

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000241782 A

(43) Date of publication of application: 08.09.00

(51) Int. Cl.

G02F 1/11
H04B 10/02

(21) Application number: 11042082

(22) Date of filing: 19.02.99

(71) Applicant: FUJITSU LTD

(72) Inventor: KAI TAKETAKA
ONAKA HIROSHI
SAITO YOSHIHIRO
KUBODERA KAZUMASA

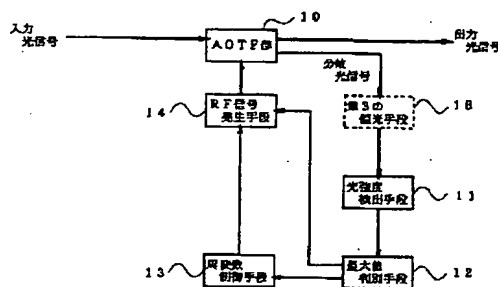
(54) VARIABLE WAVELENGTH SELECTIVE FILTER
AND BRANCHING/ INSERTING DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To select an optical signal of a desired wavelength even in the case of a temp. change and a secular change, etc.

SOLUTION: Relating to this device, the light intensity of the optical signal branched is detected by an acoustooptical tunable filter(AOTF) part 10 to be outputted while changing a frequency of an RF signal generated by an RF signal generation means 14 by a maximum value discrimination means 12. The maximum value discrimination means 12 discriminates a maximum value for the optical signal of the prescribed wavelength from the detection value. A frequency control means 13 applies the frequency of the RF signal imparting the maximum value to the AOTF part 10. Thus, the optical signal of the desired wavelength is branched/inserted precisely.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



特開2000-241782
(P2000-241782A)
(43)公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		尾中 寛	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		富士通株式会社内	
		100072718	
		(74) 代理人	弁理士 古谷 史旺 (外1名)

審査請求	未請求	請求項の数	20	OL	(全35頁)
------	-----	-------	----	----	--------

(51) Int. C.I. *	識別記号	FI	テラード (参考)
G02F	1/11	502	2H079
H04B	10/02.	9/00	U 5K002

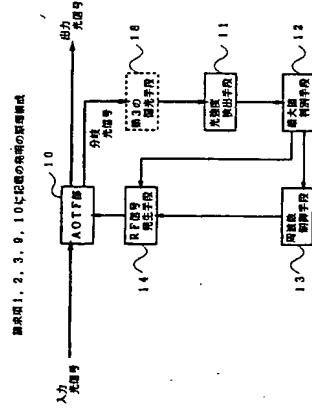
(21) 出願番号	特願平11-42082	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)	富士通株式会社	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	
		甲斐 雄高	
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号	

(54)【発明の名称】可変波長選択フィルタおよび分岐・挿入装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は、温度変化や経年変化などによって所望の波長の光信号を選択することができ、可変波長選択フィルタおよびこの可変波長選択フィルタを使用した、分岐・挿入装置を提供することを多目的とする。

【解決手段】 本発明における可変波長選択フィルダおよびこの可変波長選択フィルダを使用した分岐・挿入装置は、R/F信号発生手段14によって発生するR/F信号の周波数を最大値制御手段12によって変えながら、AOTF部10によって分岐して出力される光信号の強度を光除出手段11によって除出す。最大値制御手段11・12は、この除出値から所定波長の光信号に対する最大値を判別する。周波数制御手段13は、この最大値を与えられて判別する。周波数制御手段13は、この最大値によって、AOTF部の周波数をAOTF部10に印加する。これによって、正値に所望の波長の光信号を分岐・挿入することができる。



— — — — —

号の周波数との関係演算する周波数演算手段とを備え、
所定波長の光信号を印入および分岐するために前記周波数演算手段によって演算されたR F信号の周波数を印加することを特徴とする可変波長選択フィルタ。

【請求項7】 印加するR F信号の周波数に応じて特定波長の光信号を選択する可変波長選択フィルタにおいて、

前記可変波長選択フィルタに印加する前記R F信号を発生するR F信号発生手段と、

前記可変波長選択フィルタから出力される光信号の波長と該波長における光強度とを監視するスペクトルモニタと、

前記R F信号発生手段によって発生するR F信号の周波数を監視するとともに前記スペクトルモニタから出力される波長数と前記R F信号の周波数とに基づいて前記可変波長選択フィルタによって選択される光信号の波長数とR F信号の周波数との関係演算する周波数演算手段とを備え、

所定波長の光信号を選択するために前記周波数演算手段によって演算されたR F信号の周波数を印加することを特徴とする可変波長選択フィルタ。

【請求項8】 入力をT Mモード光とT Eモード光とに分岐する第1の偏光手段と、
前記第1の偏光手段によって分岐したT Mモード光を導波する第1の光導波路に第1のR F信号を印加する第1のR F信号印加手段と、

前記第1の偏光手段によって分岐したT Eモード光を導波する第2の光導波路に第2のR F信号を印加する第2のR F信号印加手段と、

前記第1のR F信号を印加された前記第1の光導波路と前記第2のR F信号を印加された前記第2の光導波路からの光信号を合波するとともに光の偏光状態に対応して第1と第2の出力に分岐する第2の偏光手段とを備える、

前記第1のR F信号の周波数および前記第2のR F信号の周波数とに応じた特定波長の光信号を第1の出力とし、他の波長の光は第2の出力として出力する可変波長選択フィルタ。

【請求項9】 請求項1に記載の可変波長選択フィルタにおいて、

前記R F信号印加手段は、前記第1の偏光手段によって分岐したT Mモード光にR F信号を印加する第1のR F信号印加手段と前記第1の偏光手段によって分岐したT Eモード光にR F信号を印加する第2のR F信号印加手段との2つのR F信号印加手段であり、

前記R F信号発生手段は、前記第1のR F信号印加手段と前記第2のR F信号印加手段とに異なる周波数のR F信号を供給するR F信号発生手段であることを特徴とする可変波長選択フィルタ。

波長選択フィルタと、前記可変波長選択フィルタに印加する前記R F信号を発生するR F信号発生手段と、前記可変波長選択フィルタによって分岐した光信号を受信処理する受信処理手段と、前記可変波長選択フィルタに印入する光信号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装置において、

前記可変波長選択フィルタは、n個の光信号を分岐または挿入することができ、
前記R F信号発生手段は、(n+1)個であることを特徴とする分岐・挿入装置。

【請求項16】 波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送路に接続されるとともに、印加するR F信号の周波数に応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変波長選択フィルタと、前記第1の可変波長選択フィルタによって分岐した光信号の中から所定波長の光信号を選択する第2の可変波長選択フィルタを備えるとともに該第2の可変波長選択フィルタによって選択された前記所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、

複数の波長を持つ光から所定波長の光を選択する第3の可変波長選択フィルタを備えるとともに該第3の可変波長選択フィルタによって選択された前記所定波長の光信号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装置において、

前記第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少なくとも1つは、請求項1、4、6、7、8のいずれか1項に記載の可変波長選択フィルタであることを特徴とする分岐・挿入装置。

【請求項17】 波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送路に接続されるとともに、印加するR F信号の周波数に応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変波長選択フィルタと、前記第1の可変波長選択フィルタによって分岐した光信号の中から所定波長の光信号を選択する第2の可変波長選択フィルタを備えるとともに該第2の可変波長選択フィルタによって選択された前記所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、

複数の波長を持つ光から所定波長の光を選択する第3の可変波長選択フィルタを備えるとともに該第3の可変波長選択フィルタによって選択された前記所定波長の光信号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装置において、

前記第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少なくとも1つは、請求項1、4、6、7、8のいずれか1項に記載の可変波長選択フィルタであることを特徴とする分岐・挿入装置。

【請求項17】 波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送路に接続されるとともに、印加するR F信号の周波数に応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変波長選択フィルタと、前記第1の可変波長選択フィルタによって分岐した光信号の中から所定波長の光信号を選択する第2の可変波長選択フィルタを備えるとともに該第2の可変波長選択フィルタによって選択された前記所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、

複数の波長を持つ光から所定波長の光を選択する第3の可変波長選択フィルタを備えるとともに該第3の可変波長選択フィルタによって選択された前記所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段とを備える分岐・挿入装置において、

前記第1の可変波長選択フィルタは、請求項1、4、6、7、8のいずれか1項に記載の可変波長選択フィルタであって該請求項1、4、6、7、8の可変波長選択フィルタを複数個縦続に接続したことを特徴とする分岐・挿入装置。

【請求項18】 請求項1または請求項2に記載の可変波長選択フィルタと、
変化する前記R F信号の周波数と該周波数に対する前記

光強度検出手段によって検出された光強度とを記憶する記憶手段とからなるスペクトルモニタ。

【請求項19】 請求項18に記載のスペクトルモニタにおいて、

前記検出すべき光信号を出力する出力側に接続されるとともに該光信号を選択する遮断手段をさらに備えることを特徴とするスペクトルモニタ。

【請求項20】 波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送路に接続されるとともに、印加するR F信号の周波数に応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変波長選択フィルタと、前記第1の可変波長選択フィルタによって分岐した光信号の中から所定波長の光信号を選択する第2の可変波長選択フィルタを備えるとともに該第2の可変波長選択フィルタによって選択された前記所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、

複数の波長を持つ光から所定波長の光を選択する第3の可変波長選択フィルタを備えるとともに該第3の可変波長選択フィルタによって選択された前記所定波長の光信号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装置において、

前記第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少なくとも1つは、請求項18または請求項19に記載のスペクトルモニタであって、

前記第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少なくとも1つは、請求項18または請求項19に記載のスペクトルモニタとして使用するかを制御する選択制御手段とをさらに備え、

前記第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少なくとも1つは、可変波長選択フィルタとスペクトルモニタとしての機能を兼ね備えることを特徴とする分岐・挿入装置。

【発明の詳細な説明】
[0001]

【発明の属する技術分野】 本発明は、光通信ネットワークに使用される光通信機器において、温度変化や経年変化などによっても所望の波長の光信号を選択することができ可変波長選択フィルタおよびこの可変波長選択フィルタを使用した分岐・挿入装置に関する。将来のマルチメディアネットワークの構築を目指す、超長距離かつ大容量の光通信装置が要求されている。この大容量化を実現する方式として、波長分割多重 (Wavelength-division Multiplexing、以下、「WDM」と略記する。)方式が、ファイバの光帯域・大容量性を有効利用できなどの利点から研究開発が進められている。特に、光通信ネットワークにおいては、ネットワーク上の各地点において必要において光信号を通過・分岐・挿入する機能、光伝送路を選択する光ルーティング、クロコネクト機能が必要である。このため、光信号を通過・分岐・挿入する分岐・挿入 (Optional Add/Drop Multiplexing)

ext) (以下、「OADM」と略記する。)装置が研究開発されている。このOADM装置は、固定波長の光信号のみを分岐・挿入することができる波長固定型のOADM装置と任意波長の光信号を分岐・挿入することができる任意波長型のOADM装置がある。一方、音響光学チューナブルフィルタ (Acousto-Optic Tunable Filter) (以下、「AOTF」と略記する。)は、選択する波長の光のみ抽出するように動作するため、AOTFを通過する光信号に対する波長特性はフラットである。そして、選択する波長が固定であるファイバードレーティングと異なり、任意に波長を選択することができる。さらに、可変波長選択フィルタでもあるが、端周間において光信号を分岐・挿入する局であるトリビュタリウムにおける波長選択フィルタとしても使用することができる。このような理由により、AOTFを使用したOADM装置が研究開発されている。

【0002】

【従来の技術】図20は、従来のAOTFの構成を示す図である。図20において、AOTFは、圧電作用を示すニオバチウム酸化物の基板上に形成された波長201、202を形成する。これら光導波路201、202は、互いに2箇所交叉しており、これら2つの交叉する部分に偏光ビームスプリッタ (Polarization Beam Splitter) (以下、「PBS」と略記する。)203、204が設けられている。

【0003】また、2つの交叉する部分の間において、2本の光導波路201、202上には、金属膜のSAWガイド206が形成されている。このSAWガイド206に6は、節を交互にかみ合わせた電極 (Inter Digital Transducer) (以下、「IDT」と略記する。)205にRF信号を印加することによって発生する弾性表面波 (Surface Acoustic Wave) が伝搬する。

【0004】このAOTFに入力する入力光は、TEモードとTMモードとが混在した光であるが、PBS203によってTEモードとTMモードに分かれて光導波路201、202を伝搬する。ここで、特定の波長のRF信号を印加することにより弾性表面波がSAWガイド206に沿って伝搬すると、SAWガイド206と交叉している部分において2つの光導波路201、202の屈折率は、周期的に変化する。このため、入力光のうち、この屈折率の周期的な変化と相互作用をする波長の光のみTEモードとTMモードとが入れ替わる。そして、この入れ替わりは、PBS204によって進行方向が変わり、相互作用をした波長の光のみが、分岐光として選択され、相互作用をしなかった波長の光は、透過して出力光となる。

【0005】一方、挿入される挿入光も同様に、PBS203によってTEモードとTMモードとに分かれて光導波路201、202を進行し、弾性表面波と相互作用を起こし、特定の波長の光のみが各モードに入れ替わり、進

行方向が変わって挿入され出力光となる。このように、AOTFは、RF信号の周波数に応じた波長の光のみを選択して分岐させることができ、さらに、このRF信号の周波数を変化させることによって選択される波長の光を変えることができるから、可変波長選択フィルタとして作用する。

【0006】なお、本明細書において、図20に示すニオバチウム酸化物の基板上に形成された光を分岐・挿入 (通過) する本体部分をAOTFまたはAOTF部と称し、この本体部分に光を分岐・挿入 (通過) させるための周辺装置を付加し、これら全体を指すときは、可変波長選択フィルタと称することとする。また、AOTFは、任意波長の光を分岐・挿入することができるから、OADM装置に使用することができる。本特許出願人は、このAOTFをOADM装置に使用した発明について特願平10-090383号として既に公開している。

【0007】次に、この未公開である特願平10-090383号に記載されているOADM装置について説明する。図21は、図20に示すようなAOTFを用いたOADM装置の第1の基本構成を示す図である。図21に示すOADM装置は、8つの波長の光信号を分岐して受信処理することができる。8つの波長の光信号を生成して挿入することができる場合を示している。ここで、光信号を受信処理する各構成は、各々同一であるので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示していない。

【0008】図21において、WDM光信号は、AOTF部210に入力され、AOTF部210に印加されたRF信号の周波数に対応する波長の光信号が、AOTF部210の分岐ポートから分岐光信号として分岐する。この分岐光信号は、光を増幅する光アンプ217によって増幅された後、1×8光カプラー218に入力する。この1×8光カプラー218によって分岐光信号は、8つに分配されて分岐し、AOTF部219に入力する。したがって、分配された分岐光信号の各々には、AOTF部210によって分岐したすべての波長の光信号が含まれている。このためAOTF部219によって、光受信機220が受信処理する波長の光信号のみが選択され、光受信機220によって受信処理される。

【0009】一方、挿入される挿入光信号は次のようにして生成される。光源となるレーザダイオード (以下、「LD」と略記する。)211は、挿入すべき光信号の波長に対応する波長のレーザ光を発生し、挿入する光信号の数だけ、図21では、8つ用意されている。これら8つのLDからのレーザ光は、8×8光カプラー212に入力する。8×8光カプラー212は、8つの波長の光を合波し、この合波した光を8つに分配して分岐する。分

岐した光は、光アンプ213によって増幅された後にAOTF部214に入力する。AOTF部214は、8つの波長の光が多重する光の中から挿入光信号に使用した波長の光を選択し出力する。AOTF部214によって選択された光は、光変調器215によって変調され、光信号となり、8×1光カプラー216に入力する。この8×1光カプラー216は、各波長の光信号を合波して挿入光信号を生成する。生成した挿入光信号は、AOTF部210に挿入ポートに入力される。

【0010】挿入光信号は、上述のようにAOTF部210が所望の波長の光信号を分岐するだけでなく、分岐した波長と同一の波長の光信号を挿入するで、AOTF部210によって挿入され、分岐しないで通過するWDM光信号とともにAOTF部210の出力ポートからWDM光信号として出力される。このように、AOTFは、OADM装置のWDM信号を通過・分岐・挿入する部分、挿入光信号を生成する部分および分岐光信号を受信処理する部分に使用される。

【0011】図22は、図20に示すようなAOTF部を用いたOADM装置の第2の基本構成を示す図である。図22に示すOADM装置は、8つの波長の光信号を分岐して受信処理することができる。8つの波長の光信号を生成して挿入することができる場合を示している。ここで、光信号を受信処理する各構成は、各々同一であるので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示していない。また、光信号を生成する各構成も、各々同一であるので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示していない。さらに、図21と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0012】図22において、WDM光信号は、光カプラー230に入力され、この光カプラー230によってWDM光信号は、2つに分岐する。分岐したWDM信号の一方は、AOTF部231に入力し、他方は、光アンプ217に入力する。この他方のWDM光信号は、光アンプ217によって増幅され、1×8光カプラー218に入力する。そして、この1×8光カプラー218によって8つに分配されて分岐し、AOTF部219に入力する。このAOTF部219によって、光受信機220が受信処理する波長の光信号のみが選択され、光受信機220により受信処理される。

【0013】一方、AOTF部231に入力したWDM光信号は、受信処理する部分のAOTF部219と同一の光信号であったWDM光信号の偶数 (奇数) のチャネルの光信号を選択し、何処にも接続していない選択ポートに出力する。したがって、AOTF部231によって選択された波長の光信号は、捨てられる。AOTF部231を通過したWDM光信号は、AOTF部232に入力する。このAOTF部232においても、受信処理する部分のAOTF部219と同一の光信号であってWDM光信号の奇数 (偶数) のチャネルの光信号を選択し、50

何処にも接続していない選択ポートに出力する。そして、AOTF部232を通過したWDM光信号は、光カプラー233に入力する。

【0014】ここで、AOTF部231、232を2段に連続に接続したのは、AOTFの波長選択特性の幅が広く、「1 T U - T G. 692動作」で規定される0.8 nm間隔の波長の狭い光信号を1つのAOTFで分岐しようとする、クロストークが発生してしまうためである。このため、1段目のAOTF部231において、2段目のAOTF部232においてWDM光信号の奇数 (偶数) 帯目の光信号を選択させて、受信することができ、クロストークを減少させることができる。

【0015】また、挿入される挿入光信号は、図21と同様に生成されるので、その説明を省略する。生成された挿入光信号は、光カプラー233に入力され、AOTF部231およびAOTF部232を通過したWDM光信号と合波され、WDM光信号として光伝送路に送出される。このように、AOTFは、OADM装置のWDM信号を通過・分岐・挿入する部分、挿入光信号を生成する部分および分岐光信号を受信処理する部分に使用される。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】ところで、AOTFは、上述のようにRF信号の周波数に応じた波長の光のみを選択し出力することができるが、選択波長に対する温度依存性が高い。具体的には、同一周波数のRF信号を印加した場合に1℃温度が上昇すると選択波長が0.8 nm (100 GHz) 変化する。

【0017】このため、AOTFを使用したOADM装置において、0.8 nm間隔で波長が配置されているWDM光信号では、選択しようとしている波長の光信号に対し隣の波長の光信号を選択してしまう問題である。また、OADM装置に使用されるAOTFをすべて同一温度に管理することは難しいことから、同一波長を選択するためにすべてのAOTFに同一周波数のRF信号を印加しても同一波長の光信号を選択できないという問題がある。

【0018】さらに、このRF信号によって選択される波長は、AOTFの製造にもなう素子のパズルや経年変化などにも敏感であるという問題もある。また、上述のようにAOTFにおける波長選択は、光をTEモードとTMモードとに分離し弾性表面波と相互作用させることによって制御していることから波長が変化すると選択される波長が変化するという問題がある。

【0019】さらに、AOTFは、印加するRF信号の入力強度によって選択される光の強度が変化するという問題もある。このことは、図22のようなOADM装置においてAOTFによって選択ポートに出力される光の

た、基準信号は、図4 (b) に示すように、3.2波のWDM光信号の信号波長帯から離れた位置であってch1の外側の波長 (第1の基準信号) とch3.2の外側の波長 (第2の基準信号) とに2つ配置される。

【0047】この基準信号とともに入力光信号は、印加するRFF信号の周波数に応じて特定波長の光信号を選択することによってAO T F部10から光伝送路に出力される。このAO T F部10の第1および第2の光増幅器に印加されるRFF信号は、RFF信号発生手段24によって発生し、RFF信号発生手段24は、周波数演算手段23によってその周波数が制御される。

【0048】また、AO T F部10によって分岐した光信号は、基準信号を抽出する基準信号抽出手段21に入力される。一方、AO T F部によって分岐した光信号は、AO T F部10から光伝送路に出力光信号として送出される。この基準信号抽出手段21の出力は、周波数演算手段23に入力され、周波数演算手段23は、RFF信号発生手段24によって発生するRFF信号の周波数を変えながら基準信号抽出手段21が基準信号を抽出した場合におけるRFF信号の周波数と基準信号の波長とに基づいて可変波長選択フィルタによって選択される光信号の波長とRFF信号の周波数との関係を実算する。

【0049】このような構成の請求項4に記載の可変波長選択フィルタにおいては、周波数演算手段23によってRFF信号の周波数を基準信号抽出手段21が基準信号を抽出するまで変化する。そして、周波数演算手段23は、基準信号抽出手段21から出力を受信したときのRFF信号の周波数と基準信号の波長とからRFF信号の周波数と選択波長との関係を実算する。

【0050】この演算方法は、基準信号が図4 (a) のように1つである場合には、単位RFF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値を記憶しておき、その傾きの値および1組の判別されたRFF信号の周波数と基準信号の波長との値から、RFF信号の周波数と選択波長との関係を実算する。そして、この基準信号の波長とch1の波長との差および各ch間の波長差も判るので、各chを選択するRFF信号の周波数も演算することができる。

【0051】また、基準信号が、図4 (b) のように2つである場合には、2組の判別されたRFF信号の周波数と基準信号の波長との値から、RFF信号の周波数と選択波長との関係を実算する。そして、第1の基準信号の波長とch1の波長との差、第2の基準信号の波長とch3.2の波長との差および各ch間の波長差も判るので、各chを選択するRFF信号の周波数も演算することができる。

【0052】こうしてある温度におけるRFF信号の周波数と選択波長との関係が判別されるので、温度変化など

により特定波長を分岐・挿入するRFF信号の周波数がずれたとしてもその特定波長の光信号を選択することができ、次に、請求項5に記載の可変波長選択フィルタの原理について説明する。請求項5に記載の可変波長選択フィルタは、請求項4に記載の可変波長選択フィルタにおいて、基準信号の波長数、光信号を送送する波長帯域の端の波長数に配置される。

【0053】光通信ネットワークにおいては、光信号を送送する波長帯域に応じて、S+バンド (1450nm~1490nm)、S+バンド (1490nm~1530nm)、M+バンド (1530nm~1570nm)、L+バンド (1570nm~1610nm) およびL+バンド (1610nm~1650nm) がある。これら各バンドに応じて光信号を増幅する光増幅器が使用されるが、この光増幅器の利得特性は、バンド全体に亘って平坦な利得特性ではなく、各バンドの境界付近において利得が急激に減少する。そのため、各バンドの境界付近の波長には光信号を配置しないので、ここに基準信号を配置することにより、基準信号をこれを使用する可変波長選択フィルタだけに与え、他の可変波長選択フィルタに影響しないようにすることができ、特に、光通信ネットワークの光伝送路に配置される中継光増幅器によって基準信号は、増幅されないで、この可変波長選択フィルタを使用したOADM装置だけに基準信号をとりわけ光通信ネットワーク内に送しないようにすることができ、

【0054】次に、請求項6に記載の可変波長選択フィルタの原理について説明する。図5は、請求項6に記載の発明の原理構成を示す図である。図6は、ASEの値とWDM光信号との関係を示す図である。図5および図6において、本可変波長選択フィルタは、光増幅器30、AO T F部10、スペクトルモニタ31、波長判別手段32、周波数演算手段33およびRFF信号発生手段34から構成される。

【0055】入力光信号は、この入力光信号を含む波長帯域を増幅する光増幅器30に入力される。一般に、光増幅器の増幅媒質中で自然放光が発生し、この自然放光は、増幅すべき光信号と同じように増幅され白色雑音となる。これをASE (Amplified Spontaneous Emission) という。入力光信号は、図6に示すようにこのASEを含む光信号となる。

【0056】このASEを含んだ入力光信号は、印加するRFF信号の周波数に応じて特定波長の光信号を選択することによってAO T F部10に入力される。このAO T F部10は、請求項1に記載の可変波長選択フィルタと同様であるのでその説明を省略する。このAO T F部10の第1および第2の光増幅器に印加されるRFF信号は、RFF信号発生手段34によって発生し、RFF信号発生手段34は、波長判別手段32および周波数演算手段33によってその周波数が制御される。

【0057】AO T F部10によって選択しなかった光信号は、光信号の波長とこの波長における光強度とを監視するスペクトルモニタ31に入力される。なお、AO T F部10によって選択した光信号がスペクトルモニタ31に入力される場合については、後述する。波長判別手段32は、伝送する光信号の波長を分岐させない周波数であって光増幅器で発生したASEのうちいずれかの波長を分岐させる既知の周波数のRFF信号を発生させ、スペクトルモニタ31からの出力によってASEの波長を抽出する。既知の周波数のRFF信号をAO T F部10に印加するとそれに対応する波長のASEが選択されるので、図6に示すように、選択された部分のASEの光強度が減少して偏みを作る。この偏みを波長判別手段32によって検出することによって1組のRFF信号の周波数と選択波長との関係が判別することができる。

【0058】波長判別手段32によって判別された1組のRFF信号の周波数と選択波長との関係は、周波数演算手段33に出力され、周波数演算手段33は、この1組の値に基づいて可変波長選択フィルタ数によって選択される光信号の波長数とRFF信号の周波数とを演算する。この演算方法は、単位RFF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値を記憶しておき、その傾きの値および1組の判別されたRFF信号の周波数とASEの波長との値から、RFF信号の周波数と選択波長との関係を実算する。

【0059】このように構成することにより、ある温度におけるRFF信号の周波数と選択波長との関係が判別されるので、温度変化などにより特定波長を選択するRFF信号の周波数がずれたとしてもその特定波長の光信号を選択することができる。次に、請求項7に記載の可変波長選択フィルタの原理について説明する。図7は、請求項7に記載の発明の原理構成を示す図である。

【0060】図7において、本可変波長選択フィルタは、AO T F部10、スペクトルモニタ41、周波数演算手段43およびRFF信号発生手段44から構成される。入力光信号は、印加するRFF信号の周波数に応じて特定波長の光信号を選択することによってAO T F部10に入力される。このAO T F部10は、請求項1に記載の可変波長選択フィルタと同様であるのでその説明を省略する。このAO T F部10の第1および第2の光増幅器に印加されるRFF信号は、RFF信号発生手段44によって発生し、RFF信号発生手段44は、周波数演算手段43によってその周波数が制御される。このAO T F部10の第1および第2の光増幅器に印加されるRFF信号は、RFF信号発生手段44からAO T F部10に印加されているRFF信号の周波数を監視するとともにスペクトルモニタ41から出力される光信号の波長とこの

波長における光強度とを受償する。

【0062】WDM光信号の各 c, h の波長が判っている
ので、スペクトルモジュラ 4 1 の出力からどの c, h が AO
TF 部 1 0 によって選択されたかが判別することができ
る。こうして周波数演算手段 4 3 は、判別された 1 組の
R F 信号の周波数と選択波長に基づいて可変波長選択
フィルタによって選択された光信号の波長数と R F 信号
の周波数との関係を演算することができる。

【0063】この演算方法は、単位R F信号の周期数変化に対する選択波長変化の値を記憶しておき、その値から値および1組の判別されたR F信号の周期数と選択波長の波長との値から、R F信号の周波数と選択波長の関係を演算する。このように構成することにより、ある周度におけるR F信号の周期数と選択波長との関係が判別されるので、周度変化などにより特定波長を選択投入するR F信号の周波数に変化が与えられたとしてもその特定波長の光信号を選択することができた。

【0064】請求項8)請求項8)に記載の可変波長選択フィルタは、受光した光信号と抑入する光信号とを合成した光信号とを合致した光信号とTモード光とTモード光とに分岐する第1の偏光手段と、この第1の偏光手段によって分岐したTモード光を導波する第1の光導波路に第1のR F信号を印加する第1のR F信号印加手段と、第1の偏光手段によって分岐したTモード光を導波する第2の光導波路に第2のR F信号を印加する第2のR F信号印加手段と、第1の光導波路と第2のR F信号を印加される第1の光導波路と第2のR F信号を印加される第2の光導波路とからの光信号とを合致するとともに送出すべき光信号と分岐すべき光信号とに分岐する第2の偏光手段とを備えて構成され、第1のR F信号の周波数および第2のR F信号の周波数とに於いて特定波長の光信号を選択する。

【0065】上述したように、TEモードをTMモードに入れ替える最速なRF信号の周波数とTEモードをTEモードに入れ替える最速なRF信号の周波数とは、互いに異なるが、このような構成とすることにより、TEモード、TMモードの各モードに対し異なる周波数のRF信号を印加して細かく調整をすることができ、主面に特定波長の光信号を分岐・挿入することができ

【0066】請求項11および請求項12) 請求項1および請求項12は、RF信号の安定化に関する技術分野における動作は、トラッキングと称する。後に述べるように、トラッキングとは、スキャンニングとトラッキングとは区別するため、スキャンニングとは、光強度の最大値を与えるRF信号の周波数を判別するためである。RF信号の周波数を第1の周波数間隔で変えながら、強度検出手段によって所定波長の光信号を抽出し、その強度が最大となる第1の最大値を判別する動作をい

50 号は、10kHzから1MHzの周波数のいずれかの周

【0067】トラッキングとは、前後の周波数範囲（ $\alpha k Hz$ ）においてR/F信号の周波数をその第1の周波数範囲隔よりも狭い第2の周波数範囲へ変えながら光強度検出手段によって所定波長の光信号を抽出し、その光強度値が最大となる第2の最大値を判別し、その第2の最大値を与えてR/F信号の周波数を必要数制御手段に出力する動作を定期的にに行い、温度変化や経年変化など周囲の環境が変化し、可変波長フィルタ（AOTF）の特性変化により第2の最大値を与えるべき周波数の周波数が変化しても、追従することのできる動作をいう。

【0068】図8は、請求項11、12に記載の発明の原理構成を示す図である。なお、図8は、請求項1を基本とし、この場合として請求項11に記載の発明の原理構成を示す図であり、この場合として以下に説明し、請求項4、6、7、8を基本として請求項11に記載の発明について、その説明を省略する。図8において、本可変波長選択フィルタは、AOTF箱10、光強度検出手段51、最大値判別手段12、周波数制御手段13、重畳手段5から構成される。図8において、請求項11の構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0069】入力光信号は、AOTF部10に入力され、このAOTF部10によって選択した光信号は、その光強度を検出する光強度検出手段51に入力し、光強度検出手段51の出力は、最大値判別手段12およびトランキング手段52の出力は、一方、AOTF部10によって選択しなかった光信号は、AOTF部10から光伝送路に出力光信号として送出される。

【0070】このAOTF部10の第1および第2の光波路部に印加されるRf信号は、Rf信号発生手段54によって発生し、トラッキングを行う場合には、Rf信号時に10kHzから1MHzの周波数の変調信号が重畳される。また、Rf信号発生手段54からは、最大値判別手段12、周波数計算手段13およびトラッキング手段52によってその周波数が制御され

【0071】最大値判別手段12の出力は、周波数制御手段13に入力され、請求項1の原理説明で説明したように、特定波長を選択するようにR/F信号の周波数を制御する。そして、トラッキング手段52は、光強度検出手段51によってAOTFバンド10から分岐して出力された光信号からR/F信号に重畳された搬送信号を検出して、特定波長の光信号の光強度が最大値に維持されるようにF信号発生手段54を制御する。

【0072】このように構成することにより、請求項1に記載の可変波長選択フィルタは、一度、特定波長の信号を選択するR F信号の周波数が判別された後は、ラッキングによって最適なR F信号の周波数が制御され、維持される。さらに、トラッキングのための波調相

波数とする。L/N変調器の可変バイアスコントロール (ABC) 回路における光信号には既に 1 kHz の変調信号がかけられているが、トラッキングのための変調信号は、10 kHz 以上とするので、このABC回路の変調信号と適合することがない。一方、トラッキングのための変調信号は、1 MHz 以下とするので、例えば、RF 信号発生手段 5 4 内に存在する PLL 回路の周波数データを正統化させるように CPU によって制御してその変調信号を発生させるように、高速度変調、同期検波ではないから、CPU の負担となることがない。

【0073】次に、請求項12に記載の可変選択波長フィルタの原理について説明する。請求項12に記載の可変選択波長フィルタは、波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送路に接続され、可変選択フィルタは、請求項11に記載の可変選択フィルタであって、トラッキング手段によって制御されるR/F信号発生手段が発生するR/F信号の周波数は、波長分割多重方式の光信号の周波数に対応するR/F信号の周波数の範囲内で変化するようにする。

【0074】トラッキングをかける場合にトラッキングのための変調信号の周波数を大きく据えと隣接するchに影響を与えてしまふ。しかし、このようにすることにより、大々外れた周波数が追加されることがないから、他のchに影響を与えることがない。例えば、0.8nm間隔のWDM光信号の場合は、隣接するch間に対するRFF信号の周波数の差は、90kHzであるから、±45kHz以下の周波数でトラッキングを行う。

【0075】(請求項13)請求項13に記載の可変波長選択フィルタは、同一基板上に複数形成され、この複数の可変波長選択フィルタの周波数に制御する周波数制御手段をさらに備えて構成され、可変長選択フィルタが、請求項1、4、6、7、8のいずれか1項に記載の可変波長選択フィルタである。

【0076】OADM装置に使用されるAOFTは、従来個別に温度制御を行っているが、すべてのAOFTを、1℃単位で同一温度に制御することは困難をともなう。また、OADM装置の動作を保証するために広い温度範囲、例えば、0℃ないし60℃に亘ってAOFTの温度を正確に制御することは困難を伴う。しかし、AOFTを同一の基板上に形成することにより、隣り合うAOFTFをほぼ同一の温度に制御することができ、しかもAOFTFの特性もほぼ同一にすることができ、そのため、まず、請求項1ないし請求項12のいずれか1項に、可変波長選択フィルタによって所望の波長の光を分岐・挿入できるようにしてから、他のAOFTを分岐・挿入させるようにするが、他のAOFTにおいても所望の波長の光信号を分岐・挿入することができる。

0077】また、請求項1、4、6、7、8のいずれ
1項に記載の変波長選択フィルタの出力を光通信ネ
トワークの光伝送路に接続しないで、所望の波長の光 50

番号を選択できるか否かの確認専用とし、他のAOTFを実際の運用とすれば、限った波長の光番号を選択することがない。

(請求項 14) 図 9 は、請求項 14 に記載の発明の原理と構成を示す図である。なお、図 9 は、請求項 1 を基本として、請求項 14 に記載の発明の原理構成を示す図であり、この場合について以下に説明し、請求項 4、6、7、8 を基本として請求項 14 に記載の発明については、その説明を省略する。

【0078】図10は、R F偏角の入力強度とリジエーションレベルとの関係を示す図である。図10の縦軸は、リジエクト光の光強度／入力光の光強度、 $d B$ 単位で表したリジエーションレベルである。図10に示すようにA O T Fによって選択する光の強度であるリジエクションレベルは、R F偏角の入力強度に依存し、特定の入力強度の場合に極大値になる。なお、この特性は、R F周波数を変化させてもほぼ同様の特性となる。

【0079】図9および図10において、本可変波長型拡大フィルタは、AOTF部10、光強度検出手段6-1、最大値判別手段6-2、強度発生値判別手段6-3、周波数制御手段6-3およびRF信号発生手段6-4から構成されている。なお、請求項1と同一の構成については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0080】入力光信号は、AOTF部10に入力される。このAOTF部10によって選択した光信号は、その光強度を検出する光強度検出手段61に入力し、光強度検出手段61の出力は、最大値判別手段12および強度検出手段62に入力する。一方、AOTF部10によって選択された最大値判別手段62の出力は、強度検出手段61の出力に比べて遅延した光信号として送出される。

【0081】また、このAOTF部10の第1および第2受光部22の光導波路に印加されるR/F信号は、R/F信号発生手段64によって発生し、R/F信号発生手段64は、最大強度レベル1によって発生し、強度最大値判別手段62および周波数算出手段63によってその周波数が制御される。最大値算出手段63は、周波数制御手段63に入力される周波数算出手段12の出力は、周波数制御手段63に出力される。請求項1の原理説明で説明したように、特定波長を選択するようにR/F信号の周波数をまず制御する。

【0082】そして、強度最大値判別手段62は、この強度最大値判別手段62により発生するR/F信号の周波数を維持した状態で、R/F信号発生手段64により発生するR/F信号の周波数を変えながら光強度検出手段11により所定長さの光信号を送出して、この所定長さの光信号に対する光強度の最大値を判別する。周波数制御手段63は、強度最大値判別手段62からこの最適なR/F信号の入力強度の値を受領し、最適なR/F信号の周波数と入力強度によりR/F信号発生手段64を制御する。

【0083】 こうして図10に示すリジエクシヨンレベ

て、第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少なくとも1つは、請求項18または請求項19に記載のスペクトルモニタであって、第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少なくとも1つを可変波長選択フィルタとして使用する可変制御手段とをさらに備えて構成する。第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少なくとも1つは、可変波長選択フィルタとスペクトルモニタとしての機能を兼ね備える。

【0100】このように構成することにより、請求項20に記載のOADM装置は、可変波長選択フィルタとスペクトルモニタとしての機能を兼ね備えることができる。

【0101】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明における実施の形態を説明する。

【0102】（第1の実施形態）第1の実施形態は、請求項1～5、11、12、14～20に記載の発明を用いて構成された可変波長選択フィルタ・OADM装置の実施形態である。

【0103】図12は、第1の実施形態におけるOADM装置の構成を示す図である。図12において、OADM装置は、3つの構成部分に大きく分けることができ、第1の構成部分は、光伝送路を伝送する32波のWDM光信号から必要に応じて分岐した特定波長の光信号を受信処理する受信処理部分である。第2の部分は、受信処理部分に分岐した光信号と同一波長の光信号を光伝送路から取り除き、次のノードに伝送されることを遮断するリジエクト部分である。第3の構成部分は、WDM光信号の空いているchに光信号を生成して挿入する挿入部分である。なお、受信処理部分、リジエクト部分および挿入部分は、それぞれ16波を処理することができ、

【0104】このようにOADM装置は、3つの構成部分から成り立ち、各構成部分に本発明に係る可変波長選択フィルタが使用されているので、以下、各構成部分ごとに説明する。

（第1の実施形態におけるリジエクト部分の構成）まず、このリジエクト部分について説明する。

【0105】図13は、第1の実施形態におけるOADM装置に関し、そのリジエクト部分の構成を示す図である。図12および図13において、光伝送路を伝送してきた32波のWDM光信号は、光強度を増幅する光増幅器80に入射する。このWDM光信号の各ch間隔は、ITU-T G. 692勧告の規定に従い0.8nmである。増幅されたWDM光信号は、2つに光を分岐する光カプラー81に入射する。分岐したWDM光信号の一方は、後述する受信処理部分の光カプラー110に入射し、他方は、光カプラー83に入射する。

【0106】一方、基準信号光源82は、後述するAO

T F部84、90におけるR F F信号の周波数と選択波長との関係を判別するための第1基準信号と第2基準信号とを発生させ、これらの基準信号を光カプラー83、89に入射させる。これらの基準信号は、WDM光信号を用いられる波長を除いた波長であればよいが、WDM光信号と混同しないためには、WDM光信号の波長帯域の両側の波長とするのが望ましい。さらに、WDM光信号の波長帯域がMバンドの場合には、これらの基準信号を使用するA O T F部84、90にどのような光伝送路に送出させないために、Mバンドの端の波長を使用し、第1基準信号は、1530nm～1535nmの間の波長、例えば、1530nmとすると、第2基準信号は、1565nm～1570nmの間の波長、例えば、1570nmとする。これらの基準信号をこのような波長とすることにより、これら基準信号は、通常Mバンドに対して使用される中継光増幅器の利得傾斜の部分に配置されるので、仮にOADM装置から送出されたとしても光通信ネットワークを伝送する間に減衰してしまう。

【0107】光カプラー83は、基準信号光源82からの第1基準信号および第2基準信号と光カプラー81から入射したWDM光信号とを合成して、この合成した光信号をA O T F部84に入射させる。A O T F部84は、R F信号を発生するR R F信号源88によって印加されたR F信号の周波数に対応して特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分岐し、選択されなかった光信号を通過させる。この分岐した光信号は、その光信号を受光して光強度を検出するホトダイオード（以下、「P D J」と略記する。）85に入射する。

【0108】このP D J 85は、受光した光強度に従ったレベルの電気信号をA/D86に出力する。A/D86は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してリジエクト側A O T F制御C P U 87に送信する。リジエクト側A O T F制御C P U 87は、各種データを蓄積したE P R O M（Electric Erasable Programmable Read Only Memory）101からデータの送受信を行い、A O T F部84、90やR F F信号源88、98などを後述するように制御する。

【0109】また、R F F信号源88は、このリジエクト側A O T F制御C P U 87によって発生するR F F信号の周波数とパワー（強度）とを制御される。R F F信号源88は、リジエクトするchをあるchから他のchに交換する場合にはその間のchに影響を与えないようにする。例えば、16波より1つ多い17個のR F F信号源が用意されている。

【0110】E P R O M 101は、第1基準信号スキヤン開始R F F周波数、第1基準信号スキヤン終了R F F周波数、第2基準信号スキヤン開始R F F周波数、第2基準信号スキヤン終了R F F周波数、基準信号スキヤン間隔、周波数トラッキング間隔、基準信号スキヤン開始R F Fパワー、基準信号スキヤン終了パワー、パワースキヤン間

隔、パワートラッキング間隔、基準信号間隔周値などを蓄積する。

【0111】一方、A O T F部84を通過した光信号は、光カプラー89に入射し、この光カプラー89によって基準信号光源82から入射した第1基準信号および第2基準信号と再度合成される。再度合成されるのは、A O T F部84によってこれらの基準信号が選択されて分岐した場合に次のA O T F部90に入射されない成分があるからである。

【0112】合成された光信号は、A O T F部90に入射される。このA O T F部90は、R F F信号を発生するR F F信号源98によって印加されたR F F信号の周波数に対応して特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分岐し、選択されなかった光信号を通過させる。この分岐した光信号は、その光信号を受光して光強度を検出するP D J 95に入射する。

【0113】このP D J 95は、受光した光強度に従ったレベルの電気信号をA/D96に出力する。A/D96は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してリジエクト側A O T F制御C P U 87に送信する。また、R F F信号源98は、このリジエクト側A O T F制御C P U 87によって発生するR R F信号の周波数とパワー（強度）とを制御される。

【0114】一方、A O T F部90を通過したWDM光信号は、2つに光を分岐する光カプラー91に入射し、分岐した一方のWDM光信号は、A O T F部84、90によって所望の光信号がリジエクトされた否か確認するため、光スイッチ（以下、「光SW」と略記する。）97を介して光の波長とその光強度とを監視するスペクトルモニタ99に入力され、OADM装置制御C P U 100によって確認される。確認の結果、所望の光信号がリジエクトされていない場合には、OADM装置制御C P U 100は、リジエクト側A O T F制御C P U 87に警告を送信して、再度リジエクトさせる。

【0115】光SW97は、スペクトルモニタ99によって光SW97に入射するいずれの光信号をスペクトルモニタ99に入射させるか制御され、指示された光信号をスペクトルモニタ99に入射させる。スペクトルモニタ99は、検出した光の波長とその光強度のデータをOADM装置制御C P U 100に出力する。OADM装置制御C P U 100は、スペクトルモニタ99からのデータに従ってリジエクト側A O T F制御C P U 97、分岐側A O T F制御C P U 123および挿入側A O T F制御C P U 145を制御する。その各制御は、上述の確認のほか以下の記載で順次明らかにする。

【0116】また、光カプラー91によって分岐した他方のWDM光信号は、光カプラー92に入射し、この光カプラー92によって後述する挿入部分で生成された光信号と合成される。合成されたWDM光信号は、光強度を増幅する光増幅器93に入射し、増幅されて光カプラー94に

入射する。光カプラー94は、このWDM光信号を2つに分岐する。分岐した一方のWDM光信号は、光伝送路に送出される。分岐した他方のWDM光信号は、光カプラー92によって挿入部分によって生成された光信号が合成されたか否か確認するために、光SW97を介してスペクトルモニタ99に入力され、OADM装置制御C P U 100によって確認される。確認の結果、所望の光信号が合成されていない場合には、OADM装置制御C P U 100は、挿入側A O T F制御C P U 145に警告を送信して、再度挿入すべき光信号を生成させる。

【0117】（本発明と第1の実施形態におけるリジエクト部分との対応関係）以下、本発明と第1の実施形態におけるリジエクト部分との対応関係について説明する。請求項1ないし請求項3については、後述する受信処理部分における構成を説明するときに対応関係を説明する。

【0118】請求項4、5に記載の可変波長選択フィルタと第1の実施形態との対応関係については、R F F信号発生手段はR F F信号源88、98に対応し、基準信号挿入手段は基準信号光源82と光カプラー83、89とに対応し、基準信号検出手段はP D J 85、95とA/D86、96とE P R O M 101とリジエクト側A O T F制御C P U 87とに対応し、周波数演算手段はE P R O M 101とリジエクト側A O T F制御C P U 87とに対応する。

【0119】請求項11、12に記載の可変波長選択フィルタと第1の実施形態との対応関係については、重量手段はR F F信号源88とE P R O M 101とリジエクト側A O T F制御C P U 87とに対応し、トラッキング手段はP D J 85とA/D86とリジエクト側A O T F制御C P U 87とに対応する。請求項14に記載の可変波長選択フィルタと第1の実施形態との対応関係については、強度最大値判別手段はP D J 85とA/D86とE P R O M 101とリジエクト側A O T F制御C P U 87とに対応する。

【0120】請求項15に記載の分岐・挿入装置と第1の実施形態との対応関係については、R F F信号発生手段は、R F F信号源88、98に対応する。請求項16、17に記載の分岐・挿入装置と第1の実施形態との対応関係については、第1の可変波長選択フィルタはA O T F部84、90とP D J 85、95とA/D86、96とE P R O M 101とリジエクト側A O T F制御C P U 87とR F F信号源88、98とに対応する。

【0121】請求項18ないし請求項20については、後述する挿入部分における構成を説明するときに対応関係を説明する。

（第1の実施形態におけるリジエクト部分の作用効果）次に、A O T F部84におけるリジエクト側A O T F制御C P U 87の制御について説明する。

【0122】図14は、基準信号をスキヤンする方法を

説明する図である。図14の縦軸は、PD85で検出した光強度に対するA/D86の出力値であり、横軸は、RF信号の周波数である。リジエクト側AOTTF制御CPU87は、OADM装置制御CPU100からリジエクト要求を受け、どのchをリジエクトするか鑑別する(＃1)。

【0123】そして、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、EEPROM101番積してある「第1基準信号スキャン開始RF周波数 f_a (Hz)」、「基準信号スキャン開始RFパワー P_a (dBm)」を読み込み、RF信号源88へこれらのデータを送信する(＃2)。この第1基準信号スキャン開始RF周波数 f_a は、第1基準信号を選択して分岐するRF信号の周波数よりも低い周波数に設定される。さらに、前述したように第1基準信号を選択して分岐するRF信号の周波数は、温度に依存するので、EEPROM101に適当な温度間隔を置いてその温度ごとに f_a を複数用意しておく。

【0124】そして、RF信号源88は、受信した周波数 f_a およびパワー(強度) P_a のRF信号を発生し、AOTTF部84に印加する(＃3)。そして、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、A/D86を監視し、A/D86の出力値がEEPROM101に番積されている基準信号補用周波数 α より大きい小さいかを判断する。もし、小さい場合(図14の点A)には、EEPROM101に番積されている「基準信号スキャン開始RF周波数 f_b 」を用いて、次にスキャンを行うRF信号の周波数 f_b を

$$f_b = f_a + d \quad \dots 1$$

から求め、新たにRF信号源88へ送信する(＃4)。

【0125】そして、RF信号源88は、受信した周波数 f_b および最初に受信したパワー P_a のRF信号を発生し、AOTTF部84に印加する(＃5)。そして、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、A/D86を監視し、A/D86の出力値がEEPROM101に番積されている基準信号補用周波数 α より大きい小さいかを判断する(＃6)。

【0126】そして、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、A/D86の出力値が α より大きくなるまで＃4から＃6までを繰り返す(＃7)。一方、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、A/D86の出力値が α より大きい場合(図14の点D、RF信号の周波数 f_d)には、EEPROM101に番積されている「周波数トラッキング間隔 Δd (Hz)」を用いて、次にスキャンを行うRF信号の周波数 f_a 、 Δf_b を f_d を中心にして、

$$\Delta f_a = f_d + \Delta d \quad \dots 2$$

$$\Delta f_b = f_d - \Delta d \quad \dots 3$$

から求めて、 Δf_a および Δf_b を順次に新たにRF信号源88へ送信する(＃8)。

【0127】そして、リジエクト側AOTTF制御CPU

87は、A/D86を監視し、 Δf_a に対するA/D86の出力値(図14の点E)と Δf_b に対するA/D86の出力値(図14の点C)と比較する(＃9)。そして、この場合には、 Δf_a に対するA/D86の出力値の方が大きいので、周波数の中心を f_d から Δf_a に換えて、＃8および＃9を行う(＃10)。

【0128】このようにA/D86の出力値が大きい方の周波数を次にスキャンする周波数の中心に換えて、スキャンを行うと中心の周波数は、図14において点D、点E、点Fまで移動する。点Fまで中心周波数が移動すると、点Eと点GのA/D86の出力値を比較した場合、いずれも点GのA/D86の出力値を越えることができるので、点Fが極大値と判断することができる。

【0129】そして、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、このように極大値を判断してスキャンを停止する(＃11)。そして、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、その極大値を与える周波数(図14の点Fの周波数)を第1の基準信号に対するRF信号の周波数 f (1)とする(＃12)。

【0130】そして、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、＃2から＃12を繰り返して、第2の基準信号に対するRF信号の周波数 f (2)を判断する。ただし、＃2において「第1基準信号スキャン開始RF周波数 f_a (Hz)」の代わりに「第2基準信号スキャン開始RF周波数 f_{aa} (Hz)」を使用し、式1の代わりに、

$$f_{bb} = f_{aa} - d \quad \dots 4$$

を使用する(＃13)。

【0131】そして、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、 f (1)、 f (2)、第1基準信号の波長とch1の波長との差、第2基準信号の波長とch32の波長との差および各ch間隔から各chを選択して遮断するためのRF信号の周波数を算出する(＃14)。そして、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、各chに対しRF信号のパワーの最適化を行う。まず、ch1に対応するRF信号の周波数および「基準信号スキャン開始RFパワー P_a (dBm)」をRF信号源88に送信する(＃15)。

【0132】このRF信号のパワーの最適化の方法は、＃8から＃11において、 P_a を最初の中心とし、「周波数トラッキング間隔 Δd (Hz)」を「パワートラッキング間隔 Δd_p (Hz)」に代えただけで同様に極大値を判断することができるので、その説明を省略する。そして、OADM装置制御CPU100は、光カプラ91と光SW97とを介してスペクトルモニタ99にリジエクト後のAOTTF部90から出力されるWDM光信号を監視させ、所望の信号がリジエクトされているかを、リジエクションレベルはどの程度かを測定させる(＃16)。

【0133】そして、OADM装置制御CPU100は、スペクトルモニタ99からこれらのデータを受信し

て、リジエクションレベルをリジエクト側AOTTF制御CPU87に送信する。さらに、リジエクトchを誤っている場合にはその警告もリジエクト側AOTTF制御CPU87に送信する(＃17)。そして、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、受信したリジエクションレベルがEEPROM101に番積されている「リジエクションレベル閾値 β (dBm)」より大きい小さいかを判断する。受信したリジエクションレベルが β より小さい場合および警告を受信した場合は、再度第1基準信号および第2基準信号のスキャンを行う(＃18)。

【0134】また、AOTTF部90に対するRF信号の周波数とパワーのスキャンは、＃1から＃18と同様の周波でリジエクト側AOTTF制御CPUの制御87によって行われるので、その説明を省略する。そして、リジエクト側AOTTF制御CPU100は、遮断すべきchに対応するRF信号の周波数を演算して、その周波数のRF信号をAOTTF84またはAOTTF部90に印加し、所望のchを遮断させる(＃19)。

【0135】なお、基準信号が第1基準信号だけで第2基準信号がない場合には、EEPROM101は、第2基準信号スキャン開始RF周波数および第2基準信号スキャン終了RF周波数に代えて、単位RF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値を蓄積する。そして、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、＃13および＃14に代えて、 f (1)、第1基準信号の波長とch1の波長との差、単位RF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値および各ch間隔から各chを選択して遮断するためのRF信号の周波数を算出することを行う。

【0136】このように、所望のchの光信号を遮断する前に、そのchを遮断するRF信号の周波数を探索するで、温度変化などによるRF信号の周波数シフトを補償することができる。したがって、正確に所望のchの光信号を遮断することができる。なお、所望のchの光信号を遮断する度に、＃1から＃19までを繰り返してもよいが、＃15のRF信号のパワーの最適化については、図10で前述したようにRF信号の入力強度とリジエクションレベルとの関係は、RF信号の周波数を変化させてもほぼ同様の特性を示すから、前回に行った結果を使用して＃15を省略することができる。

【0137】また、上述では、基準信号を基準信号源82によってWDM光信号に挿入したが、光通信ネットワークを運用する上での監視信号であるOSC (Optical Supervisory channel) を基準信号として利用してもよい。こうして最適化されたRF信号の周波数AOTTF部84、90に印加することにより、正確に所望のchの光信号を遮断することができるが、遮断している間においても、最適なRF信号は、温度変化、RF信号の周波数のシフトおよびゆらぎなどにより、シフトすることがある。そのため、所望のchを正確に遮断するために最適なRF信号の周波数をトラッキングする必要がある。

【0138】次に、このトラッキングについて説明する。図15は、トラッキング用の変調波長と出力光との関係を示す図である。図15の縦軸は、光強度であり、横軸は、RF信号の周波数である。曲線Zは、AOTTF部の選択特性であり、ほぼ左右対称な上に凸の曲線である。この図15において、光強度の最大値を与えるRF信号の周波数 α 、上述で求めた所望のchを遮断するたに最適なRF信号の周波数である。横軸の下部の曲線は、正弦波状のトラッキング用の変調信号であり、曲線Zの右上の曲線は、これに比した出力光である。

【0139】AOTTF部84におけるトラッキングとAOTTF部90におけるトラッキングとは、同様のので、AOTTF部84におけるトラッキングについて説明する。図12、13、15において、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、RF信号源88を制御してAOTTF部84に印加するRF信号の周波数を最適な周波数を中心におわずかに変えて、図15に示すトラッキング用の変調信号を生じさせる。この変調信号を10kHzから1MHzの周波数、例えば、20kHzとする。

【0140】AOTTF部84で遮断される所望のchの光信号は、この変調信号成分を含んでAOTTF部84によって選択されて分岐し、PD85に入射する。PD85は、この光信号の光強度を抽出しA/D86を介してリジエクト側AOTTF制御CPU87に出力する。このため、リジエクト側AOTTF制御CPU87は、この変調信号に対応した光強度の出力値を得られる。

【0141】ここで、光信号をトラッキング用の変調信号で変調しても、本来、AOTTF部84において遮断される光信号であるから、何ら問題ない。リジエクト側AOTTF制御CPU87は、A/D86の出力値が最も大きくなくなるように制御する。これは、図15に示すように曲線Zがほぼ左右対称な上に凸の曲線であるので、RF信号の周波数を高い方と低い方とに極くわずかなった場合、周波数の高い方と低い方の両方でA/D86の出力値が小さくなれば、その中心の周波数がA/D86の出力値が最も大きくなるからである。

【0142】また、このようにA/D86の出力値が最も小さくなるように制御することにより、最適なRF信号の周波数を維持することができる。ここで、RF信号の周波数を高い方と低い方とに振る範囲は、極くわずかなるが、0.8nm間隔のWDM光信号の場合では隣接するch間に対するRF信号の周波数の差が90kHzであるから、少なくとも45kHz以内にすることが必要である。さもなければ、その中心の周波数を遮断してしまうことになるからである。

【0143】なお、リジエクト側AOTTF制御CPU87に周波数カウンタを設けた場合には、A/D86の出力値の周期を検出することによっても最適なRF信号の周波数を維持することができる。すなわち、RF信号源88が発生するRF信号の周波数が最大値を与える周波

数に一致する場合は、この出力値は、トラッキング用変調信号が1周期する間に、曲線2の極大値から周波数の高い側へ1往復し、さらに周波数の低い側へ1往復するので、この変調信号の2倍の周波数の正弦波となる。一方、RF信号源8.8が発生するRF信号の周波数が最大値を与える周波数に一致しない場合は、この出力値は、この変調信号の2倍の周波数を生じない。

[0144]したがって、変調信号の2倍の周期の出力値が得られるようにRF信号の周波数を調節すれば、常に極大値を与える最適なRF信号の周波数に維持することができる。こうしてAOTF部8.4は、一度、特定波長の光信号を分岐・挿入するRF信号の周波数が判別された後は、トラッキングによって最適なRF信号の周波数が制御される。

[0145]また、トラッキング用の変調信号を10kHzから1MHzの範囲内である20kHzと設定するので、L/N変調器の可変バイアスコンタクトローラ回路に既にかけられている1kHzの変調信号と混同することがない。さらに、その変調信号を1MHz以下とするので、高周変調ではないから、リジエクト側AOTF制御CPU8.7の負担となることもない。

[0146]次に、受信処理部分について説明する。(第1の実施形態における受信処理部分の構成)この受信処理部分は、請求項1～3、16、17に記載の発明を適用して構成された可変波長選択フィルタ・OADM装置の実施形態である。図16は、第1の実施形態におけるOADM装置に関し、この受信処理部分の構成を示す図である。なお、AOTF部11.2、11.3とRF信号源11.9、12.2とPD11.7、12.0とA/D11.8、12.1と光カプトラ11.4、11.5、12.4と受信機11.6とからなる受信処理を行う部分30.0は、本受信処理部分が16波の受信処理を行うため16個あるが、同一の構成であるため、図12および図15に、そのうちの1波を受信処理する部分のみを示し、これらの図に図示していない。さらに、その説明も同一であるため、以下、1波を受信処理を行う部分について説明する。

[0147]図16において、前述の光カプトラ8.1で分岐した32波のWDM光信号は、2つに光を分岐する光カプトラ11.0に入射する。光カプトラ11.0で分岐した一方のWDM光信号は、光カプトラ8.1で32波のWDM光信号が分岐したか否かを確認するために、光SW9.7を介してスペクトルモニタ9.9に入射し、OADM装置制御CPU10.0によって確認される。OADM装置制御CPU10.0は、WDM光信号が分岐されていることを確認すると、後述する分岐側AOTF制御CPU12.3に信号を送信し、AOTF制御CPU12.3に受信処理をさせる。

[0148]一方、光カプトラ11.0で分岐した他方のWDM光信号は、1×16光カプトラ11.1に入射し、16

の32波のWDM光信号に分配され分岐する。したがって、1×16光カプトラ11.1から出力されるWDM光信号には、32波の光信号が含まれている。なお、ここで、1×16光カプトラ11.1は、16に分配して分岐する光カプトラを使用した。これは、第1の実施形態におけるOADM装置が16波を分岐・挿入することができ、ことに対応する。すなわち、仮にこのOADM装置が8波を分岐・挿入することができるときは、8に分配して分岐する光カプトラでよい。そして、この場合には、受信処理を行う部分30.0も8個でよい。

[0149]1×16光カプトラ11.1で分配されて分岐したWDM光信号は、AOTF部11.2に入射する。AOTF部11.2は、RF信号を発生するRF信号源11.2によって印加されたRF信号の周波数に対応して特定波長の光信号を入射した光信号から選択して分岐し、選択されなかった光信号は、そのまま捨てられる。一方、AOTF部11.2で選択されて分岐した光信号は、2つに光を分岐する光カプトラ12.4で分岐される。この光カプトラ12.4で分岐した一方の光信号は、その光信号を受光して光強度を検出するPD12.0に入射する。

[0150]このPD12.0は、受光した光強度に合ったレベルの電気信号をA/D12.1に出力する。A/D12.1は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して分岐側AOTF制御CPU12.3に送信する。分岐側AOTF制御CPU12.3は、スキャン開始RF周波数、スキャン終了RF周波数、スキャン間隔RF周波数、および単位RF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値などのデータを蓄積したEEPROM12.5とデータ送受信を行い、AOTF部11.2、11.3やRF信号源11.2、11.9などを後述するように制御する。

[0151]また、RF信号源12.2は、この分岐側AOTF制御CPU12.3によって発生するRF信号の周波数とパワーとを制御される。一方、光カプトラ12.4で分岐した他方の光信号は、RF信号を発生するRF信号源11.9によって印加されたRF信号の周波数に対応して特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分岐する波長のAOTF部11.3に入射する。AOTF部11.3は、再度AOTF部11.2と同一-c-hを選択して分岐する。このようにAOTFを2段階連続するのc-hは、AOTFの波長選択特性の幅が近いことから、所望のc-hに隣接するc-hからの影響をなくし確実に所望のc-hを選択するためである。

[0152]AOTF部11.3によって選択されて分岐した光信号は、2つに光を分岐する光カプトラ11.4に入射する。光カプトラ11.4で分岐した一方の光信号は、その光信号を受光して光強度を検出するPD11.7に入射する。このPD11.7は、受光した光強度に合ったレベルの電気信号をA/D11.8に出力する。A/D11.8は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して分岐側AOTF制御CPU12.3に送信する。

[0153]また、RF信号源11.9は、この分岐側AOTF制御CPU12.3によって発生するRF信号の周波数とパワーとを制御される。一方、光カプトラ11.4で分岐した他方の光信号は、光カプトラ11.5に入射し、光カプトラ11.5で再度2つに分岐される。この光カプトラ11.5で分岐した一方の光信号は、光信号を復調して受信処理を行う光受信機11.6に入射し、受信処理される。

[0154]また、この光カプトラ11.5で分岐した他方の光信号は、AOTF部11.2、11.3によって所望のc-hの光信号が選択されて分岐されたか否かを確認するため、光SW9.7を介してスペクトルモニタ9.9に入射し、OADM装置制御CPU10.0によって確認される。OADM装置制御CPU10.0は、所望のc-hの光信号が選択されて分岐していないことを確認すると、分岐側AOTF制御CPU12.3に信号を送信し、AOTF制御CPU12.3は、再度AOTF部11.2、11.3を制御して受信処理を行う。

[0155]（本発明と第1の実施形態における受信処理部分との対応関係）以下、本発明と第1の実施形態における受信処理部分との対応関係について説明する。請求項1～3に記載の可変波長選択フィルタと受信処理部分との対応関係については、RF信号発生手段はRF信号源11.9、12.2に対応し、光強度検出手段はPD11.7、12.0に対応し、最大値判別手段はA/D11.8、12.1と分岐側AOTF制御CPU12.3とEEPROM12.5とに対応し、周波数制御手段は分岐側AOTF制御CPU12.3に対応する。

[0156]請求項16、17に記載の分岐・挿入装置と受信処理部分との対応関係については、第2の可変波長選択フィルタはAOTF部11.2、11.3とPD11.7*30

$$f_{bdr} = f_{edr} + ddr$$

から求め、新たにRF信号源12.2へ送信する（#34）。

[0159]そして、RF信号源12.2は、受信した周波数f_{bdr}およびパワーP_{adr}のRF信号を発生し、AOTF部11.2に印加する（#35）。そして、分岐側AOTF制御CPU12.3は、A/D12.1を監視し、A/D12.1の出力値がEEPROM12.5に蓄積されている基準信号補足用周波数α_{dr}より大きい小さいかを判断する（#36）。

$$\Delta f_{edr} = f_{edr} + \Delta ddr$$

$$\Delta f_{bdr} = f_{edr} - \Delta ddr$$

から求めて、Δf_{adr}およびΔf_{bdr}を順次に新たにRF信号源12.2へ送信する（#38）。

[0161]そして、分岐側AOTF制御CPU12.3は、A/D12.1を監視し、Δf_{adr}に対するA/D12.1の出力値とΔf_{bdr}に対するA/D12.1の出力値と比較する（#39）。そして、Δf_{bdr}に対するA/D12.1の出力値よりΔf_{adr}に対するA/D12.1の出力値の方が大きい場合には、周波数の中心をf_{edr}から50

*7、12.0とA/D11.8、12.1と分岐側AOTF制御CPU12.4とEEPROM12.5とRF信号源11.9、12.2とに対応する。

（第1の実施形態における受信処理部分の作用効果）次に、AOTF部11.2における分岐側AOTF制御CPU12.3の制御について説明する。

[0157]分岐側AOTF制御CPU12.3は、OADM装置制御CPU10.0から受信処理要求を受け、どのc-hを受信処理するか確認する（#31）。そして、分岐側AOTF制御CPU12.3は、EEPROM10.1に蓄積してある「スキャン開始RF周波数f_{adr}（Hz）」、「スキャン開始RFパワーP_{adr}（dBm）」を呼び込み、RF信号源12.2へこれらのデータを送信する（#32）。このスキャン開始RF周波数f_{adr}は、c-hを選択して分岐するRF信号の周波数よりも低い周波数に設定される。さらに、前述したようにc-hを選択して分岐するRF信号の周波数は、温度に依存するので、EEPROM12.5に適切な温度間隔を置いてその温度ごとにf_{adr}を温度用意しておく。

[0158]そして、RF信号源12.2は、受信した周波数f_{adr}およびパワーP_{adr}のRF信号を発生し、AOTF部11.2に印加する（#33）。そして、分岐側AOTF制御CPU12.3は、A/D12.1を監視し、A/D12.1の出力値がEEPROM12.5に蓄積されている基準信号補足用周波数α_{dr}より大きい小さいかを判断する。もし、小さい場合には、EEPROM12.5に蓄積されている「スキャン間隔Δ_{dr}（Hz）」を用いて、次にスキャンを行うRF信号の周波数f_{bdr}を

$$\dots 5$$

※【0160】そして、分岐側AOTF制御CPU12.3は、A/D12.1の出力値がα_{dr}より大きくなるまで#34から#36までを繰り返す（#37）。一方、分岐側AOTF制御CPU12.3は、A/D12.1の出力値がα_{dr}より大きい場合には、EEPROM12.5に蓄積されている「周波数トラッキング間隔Δ_{dr}（Hz）」を用いて、次にスキャンを行うRF信号の周波数Δf_{adr}を用いて、Δf_{bdr}をそのときにRF信号源12.2に印加されている周波数f_{edr}を中心にして、

$$\dots 6$$

$$\dots 7$$

らΔf_{adr}に換えて、#38および#39を行う。一方、Δf_{adr}に対するA/D12.1の出力値よりΔf_{bdr}に対するA/D12.1の出力値の方が大きい場合には、周波数の中心をf_{edr}からΔf_{bdr}に換えて、#38および#39を行う（#40）。

[0162]このようにA/D12.1の出力値が大きい方の周波数を次にスキャンする周波数の中心に換えて、スキャンを行うと中心の周波数は、A/D12.1の出力

直の極大値を与え、周波数まで移動する。そして、分岐側AOTF制御CPU123は、極大値を判定してスキヤンを停止する(＃41)。

[0163]そして、分岐側AOTF制御CPU123は、その極大値を与える周波数をch1の周波数f(ch1)とする(＃42)。そして、分岐側AOTF制御CPU123は、f(ch1)、ch1の波長、単位RF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値および各ch1間隔から各chを選択して分岐するためのRF信号の周波数を算出する(＃43)。

[0164]そして、＃31から＃43までの同様の制御により、AOTF部113についても各chを選択して分岐するためのRF信号の周波数を算出する(＃44)。ここで、図12、16に示すようにAOTF部が2段に接続している場合には、光信号の進行方向に対して前段のAOTF部112のRF信号の周波数と選択波長との関係を判別している間は、RF信号の周波数のスキヤンに従い、光信号が選択されて分岐してしまうので、後段のAOTF部113において＃31から＃43までの同様の制御によってRF信号の周波数と選択波長との関係を判別できない。このためAOTF部112のRF信号の周波数と選択波長との関係を判別とAOTF部113のRF信号の周波数と選択波長との関係を判別とを多段に接続した場合は同様である。

[0165]そして、OADM装置制御CPU100は、光カプラー115と光SW97とを介してスペクトルモニター99に選択・分岐後のAOTF部113から出力される光信号を監視させ、所望の光信号が選択・分岐されているか否か、選択・分岐レベルはどの程度かを測定させる(＃45)。そして、OADM装置制御CPU100は、スペクトルモニター99からこれらのデータを受信して、選択・分岐レベルを分岐側AOTF制御CPU123に送信する。さらに、選択・分岐chを誤っている場合にはその警告も分岐側AOTF制御CPU123に送信する(＃46)。

[0166]そして、分岐側AOTF制御CPU123は、受信した選択・分岐レベルがEEPROM125に蓄積されている「選択・分岐レベル閾値δdr(δB mm)」より大きいと否かを判断する。受信した選択・分岐レベルがδdrより小さい場合および警告を受信した場合は、再度ch1のスキヤンを行う(＃47)。そして、分岐側AOTF制御CPU123は、受信処理すべきchに対応するRF信号の周波数を演算して、その周波数のRF信号をAOTF112、113に印加して、所望のchを光受信機116に受信処理させる(＃48)。

[0167]なお、上述の説明では、ch1をスキヤンしてRF信号の周波数と選択波長との関係を演算したが、別のchをスキヤンしてこの関係を演算してもよ

い。この場合には、分岐側AOTF制御CPU123は、極大値の数を計数するとともに、ch1に対応する極大値を与えるRF信号の周波数をch2の極大値をスキヤンするための「スキヤン開始RF周波数addr(Hz)」として、＃32から＃43の制御を行う。そして、極大値の計数値に1を足して、ch2に対応する極大値を与えるRF信号の周波数をch3の極大値をスキヤンするための「スキヤン開始RF周波数addr(Hz)」として、＃32から＃43の制御を行う。以下、順次同様の制御を目標のchになるまで行い、このときRF信号の周波数と選択波長との関係を演算すればよい。

[0168]また、EEPROM125の他に分岐側AOTF制御CPU123とデータ送受信を行うデータバスを配線するRAMをさらに設けて、32波すべてのchのスキヤンを行うようにしてもよい。このように、所望のchの光信号を光受信機116で受信処理を行う前に、そのchを選択して分岐するRF信号の周波数を探索して、周波数変化などによりRF信号の周波数シフトを補償することができる。したがって、正確に所望のchの光信号を受信処理することができる。

[0169]次に、挿入部分について説明する。
(第1の実施形態における挿入部分の構成) この挿入部分は、請求項16～20に記載の発明を適用して構成された可変波長選択フィルタ・OADM装置の実施形態である。図17は、第1の実施形態におけるOADM装置に關し、この挿入部分の構成を示す図である。なお、AOTF部135、136とRF信号源139、142とPD140、143とA/D141、144と光カプラー134、138、146と光変調器133と光アンプ32と光SW131とからなる挿入すべき光信号を生成する部分は、本挿入部分に16波の挿入信号を生成するため16個あるが、同一の構成であるため、図12および図17には、そのうちの1波を生成する部分のみを示し、これらの図に図示していない。さらに、その説明も同一であるため、以下、1波を生成する部分について説明する。

[0170]図17において、32波のWDM光信号の各光信号に対応する波長を生成する32個のLDからなるLDバンク137は、波長の異なる32波のレーザ光を発生させ、光カプラー138に入射させる。入射した32波のレーザ光は、光カプラー138で合波された後に16波に分配され分岐する。したがって、分配された分岐した1つのポートには、32波の波長の光が含まれている。

[0171]分配されて分岐したレーザ光は、AOTF部136に入射する。AOTF部136は、RF信号を発生するRF信号源139によって印加されたRF信号の周波数に対応して特定波長の光を入射した32波の光(WDM光)から選択して分岐し、選択された光

は、そのまま捨てられる。一方、AOTF部136で選択されて分岐した光は、2つに光を分岐する光カプラー146で分岐される。この光カプラー146で分岐した一方の光は、その光を受光して光強度を検出するPD140に入射する。

[0172]このPD140は、受光した光強度に従ってレベルの電気信号をA/D141に出力する。A/D141は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して挿入側AOTF制御CPU145に送信する。挿入側AOTF制御CPU145は、スキヤン開始RF周波数、スキヤン終了RF周波数、スキヤンRFパワーおよび単位RF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値などのデータを蓄積したEEPROM147とデータの送受信を行い、AOTF部135、136やRF信号源139、142などを後述するように制御する。さらに、挿入側AOTF制御CPU145は、印加しているRF信号の周波数とそのときのA/D141、144からの出力値を蓄積するRAM148とデータの送受信を行う。

[0173]また、RF信号源139は、この挿入側AOTF制御CPU145によって発生するRF信号の周波数とパワーとを制御される。一方、光カプラー146で分岐した地方の光信号は、RF信号を発生するRF信号源142によって印加されたRF信号の周波数に対応して特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分岐する。このようにAOTF部135に入射する。AOTF部135は、再度AOTF部136と同一chを選択して分岐する。このようにAOTFを2段階接続するのには、AOTFの波長選択特性の幅が広いことから2段階接続することによって、選択光の半値幅を狭くするたためである。このように半値幅を狭くすることによりこのレーザの波長のchに隣接するchへの影響を少なくすることができ。

[0174]AOTF部136によって選択されて分岐した光信号は、2つに光を分岐する光カプラー134に入射する。光カプラー134で分岐した一方の光信号は、その光信号を受光して光強度を検出するPD143に入射する。このPD143は、受光した光強度に従ったレベルの電気信号をA/D144に出力する。A/D144は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して挿入側AOTF制御CPU145に送信する。

[0175]また、RF信号源142は、この挿入側AOTF制御CPU145によって発生するRF信号の周波数とパワーとを制御される。一方、光カプラー134で分岐した地方の光信号は、送出すべき情報に従って入力した光を変調する光変調器133に入射する。入射したLDは、この光変調器133によって変調され挿入すべき光信号となる。この光信号は、光強度を増幅するアンプ132によって増幅され、光SW131に入射する。

[0176]この光SW131は、入射した光信号を後段の16×1光カプラー130に入射させるか、または何も接続していない光導波路に入射させるかを切り換える。この切換えは、挿入側AOTF制御CPU145によって行われ、RF信号の周波数と選択波長との関係を求めるためにRF信号の周波数をスキヤンする場合は、何も接続していない光導波路に入射させるように切り換え、光信号を挿入すべく16×1光カプラー130に入射させる場合は、16×1光カプラー130に入射させるように切り換える。このように光SW131を設けることにより、RF信号の周波数と選択波長との関係を求めるためにRF信号の周波数をスキヤンする間に、選択されなかった光(非選択光)を16×1光カプラー130に入射させることがない。このため、選択されなかった光(非選択光)を光カプラー92と光アンプ93と光カプラー94とを介して光伝送路に送出することはないので、光伝送路を伝送するWDM光信号とクロストークすることはない。

[0177]光SW131から出力された光信号は、16×1光カプラー130に入射し、この16×1光カプラーによって他の挿入すべき光信号と合波されて、光カプラー92に入射する。光カプラー92に入射した合波された光信号は、前述したようにリジエクト部分によって遮断されなかった光信号と合波されて、光アンプ93と光カプラー94とを介して、WDM光信号として光伝送路に送出され、次のノードへ送信される。

[0178](本発明と第1の実施形態における挿入部分との対応関係) 以下、本発明と第1の実施形態における挿入部分との対応関係について説明する。請求項16、17に記載の分岐・挿入装置と挿入部分との対応関係については、第3の可変波長選択フィルタはAOTF部135、136とPD140、143とA/D141、144と挿入側AOTF制御CPU145とEEPROM147とRF信号源139、140とに対応する。

[0179]請求項18、19に記載のスペクトルモニタと挿入部分との対応関係については、配電手段はRAM148に対応し、遮断手段は光SW131に対応する。請求項20に記載の配電の分岐・挿入装置と挿入部分との対応関係については、第3の可変波長選択フィルタはAOTF部135、136とPD140、143とA/D141、144と挿入側AOTF制御CPU145とEEPROM147とRF信号源139、140とに対応する。

[0180](第1の実施形態における挿入部分の作用効果) 次に、AOTF部135、136における挿入側AOTF制御CPU145の制御について説明する。挿入側AOTF制御CPU145は、OADM装置制御CPU100から挿入許可を受け、どのchの光信号を生

成すべきき識別する（＃51）。

【0181】挿入側AOTF制御CPU145は、光S W131を何も接続していない光導波路に入射させるように切り換える（＃52）。この後のR F信号の周波数と選択波長との関係を判断する制御は、前述の＃42から＃48と同様に考えることができるので、その説明を省略する。そして、挿入側AOTF制御CPU145は、挿入すべきchに対応するR F信号の周波数を演算して、その周波数のR F信号をAOTF135、136に印加し、所望のchの光を光変調器133に入射させる。この所望のchの光は、光変調器133で送出すべき情報に基づいて変調され、挿入すべき光信号が生成される（＃53）。

【0182】このように、所望のchの光信号を生成する前に、そのchを選択して分岐するR F信号の周波数を検するで、温度変化などによるR F信号の周波数シフトを補償することができる。したがって、正確に所望のchの光信号を挿入することができる。一方、スペクトルモニタとして動作するときは、挿入側AOTF制御CPU145は、前述の＃32と＃44までの制御の間にあって、スキャン周波数を変えたとき、そのR F信号の周波数とその周波数に対するA/D141、144からの出力値の極大値をRAM145に記憶する制御を行うこと以外＃32から＃44と同様の制御を行うので、その説明を省略する。

【0183】そして、挿入側AOTF制御CPU145は、R F信号の周波数と選択波長との関係に基づいてA/D141、144からの出力値とレーザの波長との対応付けを行う。このように制御することにより、レーザの波長とそのときの光強度とを抽出するスペクトルモニタとして使用することができる。

【0184】次に、この第1の実施形態におけるOADM装置において、光信号を分岐・挿入する場合の全体の制御について説明する。図12、13、16、17において、OADM装置制御CPU100は、どのchを遮断すべきかリジエクト側AOTF制御CPU87に送信する。この信号を受けたリジエクト側AOTF制御CPU87は、上述の＃1から＃19の制御を行い、所望のchを遮断したことをOADM装置制御CPU100に送信する。そして、リジエクト側AOTF制御CPU87は、上述のトラッキングを行い、最適な遮断状態を維持する。

【0185】信号を受けたOADM装置制御CPU100は、光カプラ91と光WS97とスペクトルモニタ99を介して所望のchを遮断したことを確認すると、どのchの光信号を受信処理するか分岐側AOTF制御CPU123に送信し、さらに、どのchに光信号を挿入すべきか挿入側AOTF制御CPU145に送信する。【0186】信号を受けた分岐側AOTF制御CPU123は、上述の＃31から＃48の制御を行い、所望の

chの光信号を受信処理したことをOADM装置制御CPU100に送信する。また、信号を受けた挿入側AOTF制御CPU145は、上述の＃51から＃53の制御を行い、所望のchの光信号を生成したことをOADM装置制御CPU100に送信する。この信号を受けたOADM装置制御CPU100は、光カプラ94と光WS97とスペクトルモニタ99を介して所望のchの光信号が挿入されたことを確認する。

【0187】こうして、所望のchの光信号は、分岐・挿入される。次に、別の実施形態について説明する。（第2の実施形態の構成）第2の実施形態は、請求項6、7、13、16に記載の発明を適用して構成された可変波長選択フィルタ・OADM装置の実施形態である。

【0188】図18は、第2の実施形態におけるOADM装置の構成を示す図である。図18において、32波のWDM光信号は、光強度を増強する光アンプ150によって増幅され、光カプラ151に入射する。WDM光信号には、この光アンプ150によってASEが重畳される。この光カプラ151は、入射したWDM光信号を2つに分岐する。分岐した一方のWDM光信号は、1枝のニオプシム酸リチウム基板上にAOTF部1とAOTF部2とを形成したAOTFユニット153におけるAOTF部1の入力側に入射する。一方、分岐した他方のWDM光信号は、AOTF部2の入力側に入射する。

【0189】このAOTFユニット153は、不図示のペルチェ素子によって2つのAOTF部1およびAOTF部2を同一温度となるように後述するAOTF制御CPUによって制御される。AOTF部1は、16波の光信号を生成することができる光信号生成回路152から入射する光信号を印加されるR F信号の周波数に応じてWDM光信号に挿入し、この挿入と同時にこのR F信号の周波数に応じた波長の光信号をWDM光信号から選択して分岐する。この印加されるR F信号は、R F信号源161によって発生し、AOTF制御CPU158によって切替制御されるスイッチ162を介して印加される。また、R F信号源161は、AOTF制御CPU158によって発生するR F信号の周波数とパワーとを制御される。

【0190】また、分岐した光信号は、16波の光信号を受信処理することができる受信処理回路154に入射し、受信処理される。一方、AOTF部1を通過するWDM光信号は、光信号生成回路152からの光信号を挿入されて、光カプラ155に入射する。光カプラ155は、このWDM光信号を2つに分岐して、一方を光伝送路に送出し、衣袋のノードに送信する。また、分岐した他方を光WS156に入射する。

【0191】一方、光カプラ151で分岐した32波のWDM光信号は、AOTFユニット153におけるAOTF部2の入力側に入射する。このAOTF部2は、R

F信号の周波数と選択波長との関係を判断するために使用される。AOTF部2は、R F信号源161によって印加されたR F信号の周波数に対応して特定波長の光信号を入射したWDM光信号から選択して分岐する。選択されなかったWDM光信号と選択され分岐した光信号とともに、光SW156に入射する。

【0192】光SW156は、スペクトルモニタ157によって光SW156に入射する光信号をスペクトルモニタ157に入射させるか制御され、指示された光信号をスペクトルモニタ157に入射させる。スペクトルモニタ157は、検出した光の波長とその光強度とをAOTF制御CPU158に出力する。AOTF制御CPU158は、スペクトルモニタ157から受信した光の波長と光強度とをRAM159に記憶する。また、AOTF制御CPU158は、ASEリジエクトR F周波数、ASEリジエクトR Fパワーおよび単位R F信号の周波数変化に対する選択波長変化の値などのデータを蓄積したEEPROM160とデータの送受信を行い、AOTFユニット153、R F信号源161およびスイッチ162を後述するように制御する。

【0193】（本発明と第2の実施形態との対応関係）以下、本発明と第2の実施形態の対応関係について説明する。請求項6に記載の可変波長選択フィルタとの対応関係については、光増幅器は光アンプ150に対応し、R F信号発生手段はR F信号源161に対応し、スペクトルモニタはスペクトルモニタ157に対応し、波長判別手段はAOTF制御CPU158とRAM159とEEPROM160に対応し、周波数演算手段はAOTF制御CPU158とEEPROM160に対応する。

【0194】請求項7に記載の可変波長選択フィルタとの対応関係については、R F信号発生手段はR F信号源161に対応し、スペクトルモニタはスペクトルモニタ157に対応し、周波数演算手段はAOTF制御CPU158とEEPROM160に対応する。請求項13に記載の可変波長選択フィルタは、AOTFユニット153に対応し、温度制御手段はペルチェ素子とAOTF制御CPU158に対応する。

【0195】請求項16に記載の分岐・挿入装置と挿入部部分との対応関係については、第1の可変波長選択フィルタはAOTFユニット153とR F信号源161とスペクトルモニタ157とAOTF制御CPU158とEEPROM160とRAM159とスイッチ162とに対応する。

（第2の実施形態の作用効果）AOTF制御CPU158は、光信号をAOTF部1によって分岐・挿入する前に、AOTF部2を使用して、その温度におけるR F信号の周波数と選択波長との関係をAOTF部2を使用し

て判断する。

【0196】AOTF部1とAOTF部2とは、同一基

板上に形成されていることから、その単位R F信号の周波数変化に対する選択波長変化の直などの特性はほぼ同一である。また、ペルチェ素子によってAOTF部1とAOTF部2とは、同一の温度であるから、判断したAOTF部2におけるR F信号の周波数と選択波長との関係は、そのままAOTF部1に当てはまる。

【0197】このため、光伝送路を伝送するWDM光信号に影響を与えることなく、R F信号の周波数と選択波長との関係を判断することができる。そして、判断した結果を用いるので、光伝送路を伝送するWDM光信号が、所望の光信号を正確に分岐・挿入することができる。次に、R F信号の周波数と選択波長との関係を求める手順について説明する。

【0198】AOTF制御CPU158は、スイッチ162を切ってR F信号源161からのR F信号をAOTF部1に印加しないようにする（＃61）。そして、AOTF制御CPU158は、EEPROM160に蓄積してある「ASEリジエクトR F周波数」、「ASEリジエクトR Fパワー」を読み込み、R F信号源161へこれらのデータを送信する（＃62）。

【0199】そして、R F信号源161は、受信した周波数およびパワーのR F信号を発生し、AOTF部1に印加する（＃63）。そして、AOTF制御CPU158は、スペクトルモニタ157にAOTF部2において選択して分岐しない（AOTF部2を通過する）光信号をモニタするように制御し、スペクトルモニタ157は、光SW156に指示してAOTF部2において選択して分岐しない光信号をスペクトルモニタ157に入射させるように制御する（＃64）。

【0200】そして、スペクトルモニタ157は、WDM光信号の波長帯域にわたって光の波長とその波長における光強度とをモニタして、その結果をAOTF制御CPU158に送信する（＃65）

そして、AOTF制御CPU158は、これらの受信データを一旦RAM159に蓄積する（＃66）。

【0201】そして、AOTF制御CPU158は、蓄積したデータを解析してASEの値を検索する（＃67）。この検索は、一定の閾値を設定し、その閾値以下の光強度の範囲において、光強度の極小値を判断することによって行うが、この手法は、第1の実施形態で説明した極大値を求める手法と同様の考えによって行うことができる。

【0202】そして、AOTF制御CPU158は、この極大値を与える波長、ASEリジエクトR F周波数、単位R F信号の周波数変化に対する選択波長変化の値および各ch間隔から各chを選択して分岐するためのR F信号の周波数を算出する（＃68）。

【0203】そして、AOTF158は、所望のchに対応するR F信号の周波数を選択するようにR F信号源161を制御する。さらに、スペクトルモニタ157に

AOTF部2において選択して分岐された光信号をモニタするように制御し、スペクトルモニタ157は、光SW156に指示してAOTF部2において選択して分岐された光信号をスペクトルモニタ157に入射させるように制御する(＃69)。

【0204】そして、スペクトルモニタ157は、そのモニタ結果をAOTF制御CPU158に送信し、AOTF制御CPU158は、所望のchの光信号が分岐されたか否かを確認する(＃70)。そして、AOTF制御CPU158は、確認の結果所望のchの光信号が分岐されている場合には、スイッチ162をオンにして、RF信号源から発生する所望のchに対応するRF信号の周波数がAOTF部1に印加されるようにする(＃71)。こうして、所望のchの光信号が正確に分岐・挿入される。

【0205】一方、AOTF制御CPU158は、確認の結果所望のchの光信号が分岐されていない場合には、＃61から＃70を繰り返す。このように、所望のchの光信号を分岐・挿入する前にRF信号源用のAOTF部2によって、そのchを分岐・挿入するRF信号の周波数を探索して、温度変化などによるRF信号の周波数シフトを補償することができ、したがって、正しく所望のchの光信号を受信処理することができる。

【0206】なお、第2の実施形態においては、スペクトルモニタ157においてAOTF部2を通過した光信号からASEの値を判断したが、スペクトルモニタ157によってAOTF部2で選択され分岐したASEを直接判断し、このASEの波長とそれのRF信号の周波数とから、RF信号の周波数と選択波長との関係を計算してもよい。

【0207】また、第2の実施形態において、ASEの値の判断は、第1の実施形態で説明した極大値を求める手法と同様の考えによって行なったが、AOTF部2にASEリジエクトRF周波数を印加した場合のスペクトルモニタ157の出力値とAOTF部2にASEリジエクトRF周波数を印加しない場合のスペクトルモニタ157の出力値との差をとることによって判断することができる。

【0208】次に、別の実施形態について説明する。(第3の実施形態の構成) 第3の実施形態は、請求項8～10、16に記載の発明を適用して構成された可変波長選択フィルタ・OADM装置の実施形態である。図9は、第3の実施形態におけるOADM装置の構成を示す図である。

【0209】図19において、AOTF部170は、正電圧を示すオプティカルリチウム基板に第1の光導波路172と第2の光導波路173とを形成する。これら光導波路172、173は、互いに2箇所で交差しており、これら2つの交差する部分にPBS176、177が設けられている。このPBS176は、光伝送路から

第1の光導波路172に入射したWDM光信号をTMモードとTEモードとに分離し、分離したTMモードのWDM光信号は、第1の光導波路172を進行し、分離したTEモードのWDM光信号は、第2の光導波路173を進行する。また、PBS176は、8波の光信号を生成することのできる、光信号生成回路181から第1の光導波路172に入射した挿入すべき挿入光信号をTMモードとTEモードとに分離し、分離したTMモードの挿入光信号は、第1の光導波路173を進行し、分離したTEモードの光信号は、第2の光導波路173を進行する。

【0210】PBS176とPBS177との間における第1の光導波路172上には、金属膜の第1のSAWガイド175が形成されている。この第1のSAWガイド175には、鋸を交互にかみ合わせた形状の電極である第1のIDT174にRF信号を印加することによって発生する弾性表面波が伝搬する。この第1のIDT174に印加するRF信号は、後述するAOTF制御CPU191によってRF信号の周波数と信号強度とが制御されるRF信号源171で発生する。

【0211】また、PBS176とPBS177との間における第2の光導波路173上には、金属膜の第2のSAWガイド178が形成されている。この第2のSAWガイド178には、鋸を交互にかみ合わせた形状の電極である第2のIDT179にRF信号を印加することによって発生する弾性表面波が伝搬する。この第2のIDT179に印加するRF信号は、AOTF制御CPU191によってRF信号の周波数と信号強度とが制御されるRF信号源180で発生する。

【0212】第1の光導波路172は、第1のSAWガイド175と交差する部分において、弾性表面波による屈折率の周期的な変化が発生する。第1の光導波路172を進行するTMモードのWDM光信号および挿入光信号のうちこの屈折率の周期的な変化と相互作用をする波長のみが、TMモードからTEモードに入れ替わる。同時に、第2の光導波路173は、第2のSAWガイド178と交差する部分において、弾性表面波による屈折率の周期的な変化が発生する。第2の光導波路173を進行するTEモードのWDM光信号および挿入光信号のうちこの屈折率の周期的な変化と相互作用をする波長のみが、TEモードからTMモードに入れ替わる。

【0213】そして、この入れ替わったWDM光信号および挿入光信号は、PBS177によって進行方向が変わる。このため、相互作用をした波長のWDM光信号のみ第1の光導波路172を進行して、分岐光信号として分岐し、光カプラ183に入射する。一方、相互作用をしなかった波長のWDM光信号は、第2の光導波路173を進行して、通過WDM光信号として通過し、光伝送路に送出される。

【0214】また、相互作用をした波長の挿入光信号

と第2の実施形態との対応関係については、第3の偏光手段はPBS184に対応し、第1の光強度検出手段はPD185に対応し、第2の光強度検出手段はPD186に対応する。また、最大値判断手段はA/D187、188とAOTF制御CPU191とEEPROM192とに対応し、周波数制御手段はAOTF制御CPU191に対応する。

【0220】請求項16に記載の分岐・挿入装置と第2の実施形態との対応関係については、第1の可変波長選択フィルタはAOTF部170とRF信号源171、180とPBS184とPD185、186、189とA/D187、188、190とAOTF制御CPU191とEEPROM192とに対応する。

第3の実施形態の作用効果) AOTF制御CPU191は、光信号をAOTF部170によって分岐・挿入する前に、PD189とA/D190とを介して受信する出力値を使用して、その温度におけるRF信号の周波数と選択波長との関係を判断する。具体的には、以下のよう判断する。

【0221】AOTF制御CPU191は、EEPROM192に蓄積してある「TMモードスキャン開始RF周波数」、「TEモードスキャン開始RF周波数」、「スキャン開始RFパワー」を読み込み込む(＃80)。

【0222】AOTF制御CPU191は、RF信号源171へ「TMモードスキャン開始RF周波数」および「スキャン開始RFパワー」を送信し、RF信号源180へ「TEモードスキャン開始RF周波数」および「スキャン開始RFパワー」を送信する(＃81)。そして、AOTF制御CPU191は、常にRF信号源171とRF信号源180との周波数が一致するようにこれらのRF信号源171、180を制御して、第1の実施形態において説明した＃34から＃41と同様の制御により、第1の光導波路172に印加されるRF信号の周波数と第2の光導波路に印加されるRF信号の周波数とが同一の場合の最大値を判断する(＃82)。このときのRF信号の周波数を共通最大値周波数と称することとする。

【0223】そして、AOTF制御CPU191は、まず、第2の光導波路173にRF信号を印加するRF信号源180を共通最大値周波数に固定し、第1の光導波路172にRF信号を印加するRF信号源171を共通最大値周波数の前後に亘る一定の範囲内においてスキャンして、第1の実施形態において説明した＃4から＃11と同様の考え方によって、TMモードに対する最大値を判断する(＃83)。

【0224】そして、AOTF制御CPU191は、次に、第1の光導波路172にRF信号を印加するRF信号源171を＃83で判断した最大値を与える周波数に固定し、第2の光導波路173にRF信号を印加するRF信号源180を共通最大値周波数の前後に亘る一定の

は、通過するWDM光信号に挿入され第2の光導波路173を進行して、WDM光信号として光伝送路に送出される。光カプラ183に入射した分岐光信号は、この光カプラ183によって3つに分岐する。分岐した第1の分岐光信号は、8波の光信号を受信処理することのできる受信処理回路182に入射し、受信処理される。

【0215】分岐した第2の分岐光信号は、PBS184に入射し、TMモードとTEモードとに分離される。分離されたTMモードの分岐光信号は、その分岐光信号を受光して光強度を検出するPD185に入射する。このPD185は、受光した光強度に匹敵したレベルの電圧信号をA/D187に出力する。A/D187は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してAOTF制御CPU191に送信する。同様に、分離されたTEモードの分岐光信号は、その分岐光信号を受光して光強度を検出するPD186に入射する。このPD186は、受光した光強度に匹敵したレベルの電圧信号をA/D188に出力する。A/D188は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してAOTF制御CPU191に送信する。

【0216】また、分岐した第3の分岐光信号は、その分岐光信号を受光して光強度を検出するPD189に入射する。このPD189は、受光した光強度に匹敵したレベルの電圧信号をA/D190に出力する。A/D190は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してAOTF制御CPU191に送信する。このAOTF制御CPU191は、各種データを蓄積したEEPROM192からデータの送受信を行い、RF信号源171、180を後述するように制御する。

【0217】(本説明と第3の実施形態との対応関係) 以下、本説明と第1の実施形態との対応関係について説明する。請求項8に記載の可変波長選択フィルタと第3の実施形態との対応関係については、第1の偏光手段はPBS176に対応し、第1のRF信号印加手段は第1のIDT174と第1のSAWガイド175とに対応し、第2のRF信号印加手段は第2のIDT179と第2のSAWガイド178とに対応し、RF信号源180とに対応する。また、光強度検出手段はPBS177に対応する。

【0218】請求項9に記載の可変波長選択フィルタと第2の実施形態との対応関係については、第1のRF信号印加手段は第1のIDT174と第1のSAWガイド175とに対応し、第2のRF信号印加手段は第2のIDT179と第2のSAWガイド178とに対応し、RF信号源180とに対応する。また、光強度検出手段はPBS177に対応する。

【0219】請求項10に記載の可変波長選択フィルタ

範囲内においてスキヤンして、第1の実施形態において説明した#4から#11と同様の考え方によって、TEモードに対する最大値を判別する(#84)。

[0225] もちろん、#83においてRFF信号171を固定して、TEモードに対する最大値を判別し、次に、#84においてRFF信号180を固定して、TMモードに対する最大値を判別してもよい。

[0226] そして、AOTF制御CPU191は、TMモードの最大値を与えるRFF信号の周波数、ch1の波長、単位RFF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値および各ch間隔から各chを選択して分岐するためのTMモードにおけるRFF信号の周波数と選択波長との関係を算出する(#85)。そして、AOTF制御CPU191は、TEモードの最大値を与えるRFF信号の周波数、ch1の波長、単位RFF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値および各ch間隔から各chを選択して分岐するためのTEモードにおけるRFF信号の周波数と選択波長との関係を算出する(#86)。

[0227] このように、所謂のchのRFF信号を分岐・挿入する前に、そのchを分岐・挿入するRFF信号の周波数を探るので、温度変化などによるRFF信号の周波数シフトを補償することができる。さらに、TEモードをTMモードに入れ替える最適なRFF信号の周波数とTMモードをTEモードに入れ替える最適なRFF信号の周波数とは、互いに異なるが、このような構成とすることにより、各モードに対して異なる周波数のRFF信号を印加し、細かい調整をすることができ、第3の実施形態におけるOADM装置は、正確に特定波長の光信号を分岐・挿入することができる。

[0228] ここで、光伝送路において偏光がゆっくり回転している場合、すなわち、AOTF制御CPU191がRFF信号171、180に周波数のデータを送信してその周波数に対するA/D190の出力値を得る時、同よりも偏光がゆっくり回転している場合には、A/D190の出力値ではなく、A/D187、188の出力値を使用することにより、より正確にTMモードにおけるRFF信号の周波数と選択波長との関係およびTEモードにおけるRFF信号の周波数と選択波長との関係を得ることができる。

[0229] この場合には、#80から#82において、A/D190の出力値の代わりにA/D187の出力値とA/D188の出力値との平均値を用いる。そして、#83において、TMモードに対する最大値を判別する場合には、A/D190の出力値の代わりにTEモードのA/D188の出力値を用い、#84において、TEモードに対する最大値を判別する場合には、A/D190の出力値を用いる。このようにしてAOTF制御CPU191は、#80から#86までの制御をすることにより、TMモードにおけるRFF信号の周波数と選択波長と

の関係およびTEモードにおけるRFF信号の周波数と選択波長との関係を算出することができる。

[0230] このように分岐光信号をPBS184によって各モードごとに分離するので、第1の光導波路172を進行する光信号とRFF信号171によって印加されるRFF信号との相互作用をより厳密に判別することができ、第2の光導波路173を進行する光信号とRFF信号180によって印加されるRFF信号との相互作用をより厳密に判別することができる。このため、第3の実施形態におけるOADM装置は、より正確に特定波長の光信号を分岐・挿入することができる。

[0231] 【発明の効果】 請求項1ないし請求項13に記載の発明では、光を分岐・挿入する前にその温度におけるRFF信号の周波数と選択波長との関係を判別するから、温度変化や経年変化などが生じても所定波長の光を分岐・挿入することができる。特に、請求項8に記載の発明では、第1の光導波路と第2の光導波路とにRFF信号を個別に周波数を変えて印加することができるので、所定波長の光を分岐・挿入するために微かな調整を行うことができる。

[0232] また、請求項9、10に記載の発明では、第1の光導波路を進行する光とRFF信号との相互作用および第2の光導波路を進行する光とRFF信号との相互作用を個別に調べて、第1の光導波路と第2の光導波路とにRFF信号を個別に周波数を変えて印加することができるので、所定波長の光を分岐・挿入するために微かな調整を行うことができる。

[0233] 請求項114に記載の発明では、所定波長の光信号を充分に遮断することができるので、RFF信号の周波数と選択波長との関係をスキヤンして判別する光信号を光伝送路などに送出することがない。このため光伝送路を伝送する光信号にクロストークなどの影響を与えない。請求項15ないし請求項17に記載の発明では、WDM光信号を分岐・挿入する前にその温度におけるRFF信号の周波数と選択波長との関係を判別するから、温度変化や経年変化などが生じても所定波長の光を分岐・挿入することができる。

[0234] 請求項18、19に記載の発明では、請求項1または請求項2に記載の可変波長選択フィルタを利用することによってスペクトルモニタを実現することができる。請求項20に記載の発明では、請求項1または請求項2に記載の可変波長選択フィルタを利用することによってスペクトルモニタの機能を兼ね備えたOADM装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 請求項1、2、3、9、10に記載の可変波長選択フィルタの原理構成を示す図である。

【図2】 温度変化に対するRFF信号の周波数と選択波長との関係を示す図である。

【図3】 請求項4、5に記載の可変波長選択フィルタの原理構成を示す図である。

【図4】 基調信号とWDM光信号との関係を示す図である。

【図5】 請求項6に記載の可変波長選択フィルタの原理構成を示す図である。

【図6】 ASEの増みとWDM光信号との関係を示す図である。

【図7】 請求項7に記載の可変波長選択フィルタの原理構成を示す図である。

【図8】 請求項11、12に記載の可変波長選択フィルタの原理構成を示す図である。

【図9】 請求項14に記載の可変波長選択フィルタの原理構成を示す図である。

【図10】 RFF信号の入力強度とリジエクシヨレベルとの関係を示す図である。

【図11】 請求項18、19に記載のスペクトルモニタの原理構成を示す図である。

【図12】 第1の実施形態におけるOADM装置の構成を示す図である。

【図13】 第1の実施形態におけるOADM装置に関し、リジエクト部分の構成を示す図である。

【図14】 基調信号をスキヤンする方法を説明するための図である。

【図15】 トラッキング用の変調信号と出力光との関係を示す図である。

【図16】 第1の実施形態におけるOADM装置に関し、受信処理部分の構成を示す図である。

【図17】 第1の実施形態におけるOADM装置に関し、挿入部分の構成を示す図である。

【図18】 第2の実施形態におけるOADM装置の構成を示す図である。

【図19】 第3の実施形態におけるOADM装置の構成を示す図である。

【図20】 従来のAOTFの構成を示す図である。

【図21】 AOTFを用いたOADM装置の第1の基本構成を示す図である。

【図22】 AOTFを用いたOADM装置の第2の基本構成を示す図である。

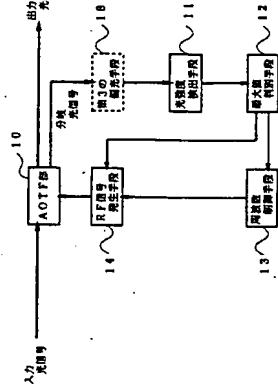
【符号の説明】

10 AOTF
11、51、61 光強度検出手段
12 最大値判別手段
13 周波数制御手段

14、24、34、44、54 RFF信号発生手段
18 第3の偏光手段
20 基調信号挿入手段
21 基調信号検出手段
23、33、43、63 周波数演算手段
30 光増幅器
31、41 スペクトルモニタ
32 波長判別手段
50 重畳手段
10 52 トラッキング手段
62 強度最大値判別手段
70 記憶手段
71 遮断手段
80 光アンプ
82 基準信号源
83、89 光カプラ
84、90、112、113、135、136 AOTF部
85、95、117、120、140、143、1820 5、186、189 PD
87 リジエクト側AOTF制御CPU
88、98、119、120、139、142、101、171、180 RFF信号源
99、157 スペクトルモニタ
100 OADM装置制御CPU
101、125、147、160、192 EEPROM
123 分岐側AOTF制御CPU
131 光SW
145 挿入側AOTF制御CPU
148、159 RAM
151 光カプラ
152、181 光信号生成回路
153 AOTFユニット
154、182 受信処理回路
158、191 AOTF制御CPU
162 スイッチ
172 第1の光導波路
173 第2の光導波路
174、179 IDT
175 第1のSAWガイド
176、177、184 PBS
178 第2のSAWガイド

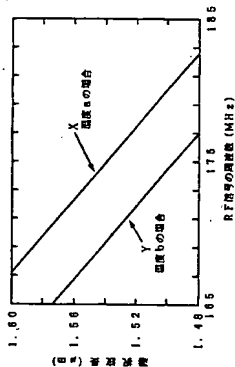
【図1】

図1は、1、2、3、9、10に記述の発振の原理構成



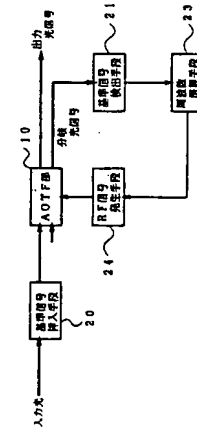
【図2】

図2は、1、2、3、9、10に記述の発振の原理構成



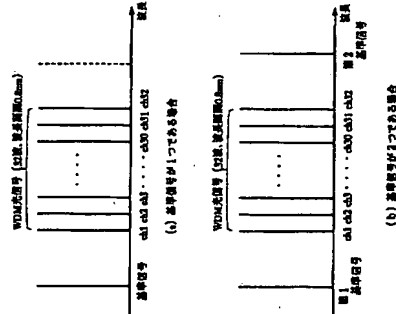
【図3】

図3は、4、5に記述の発振の原理構成



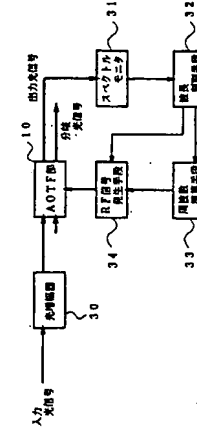
【図4】

図4は、4、5に記述の発振の原理構成



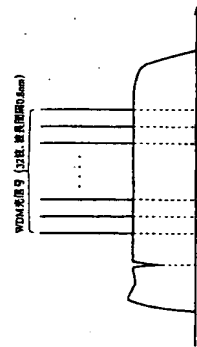
【図5】

図5は、6に記述の発振の原理構成



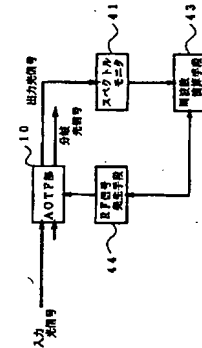
【図6】

図6は、6に記述の発振の原理構成



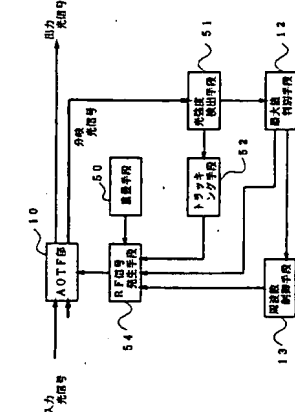
【図7】

図7は、7に記述の発振の原理構成



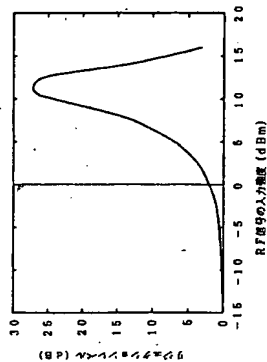
【図8】

図8は、11、12に記述の発振の原理構成



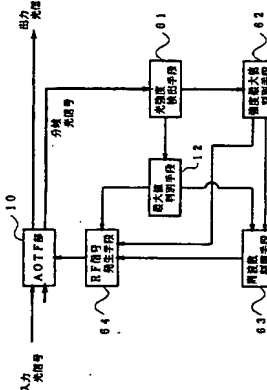
【図10】

図10は、14に記述の発振の原理構成



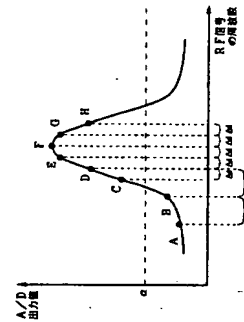
【図9】

図9は、14に記述の発振の原理構成



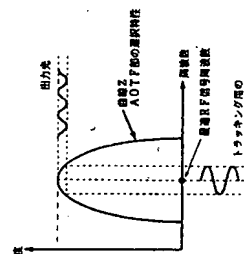
【図14】

図14は、14に記述の発振の原理構成



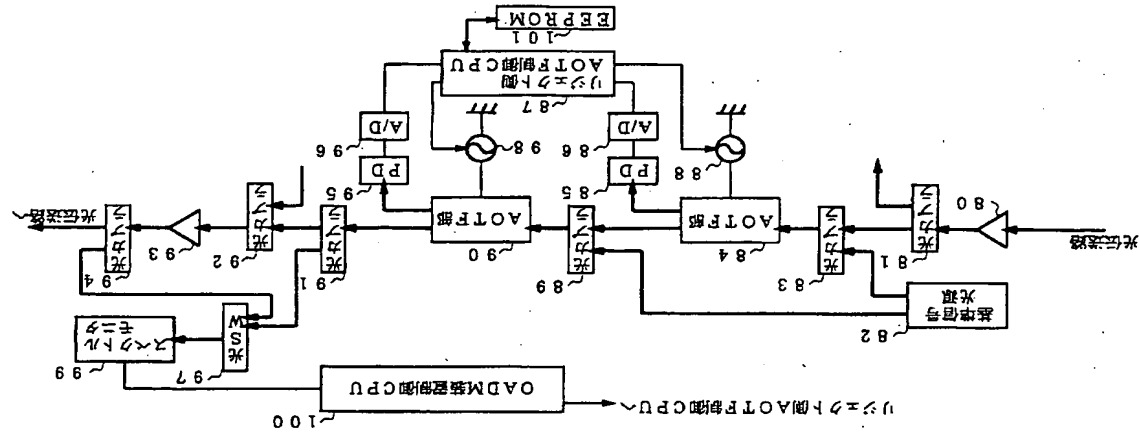
【図15】

図15は、14に記述の発振の原理構成



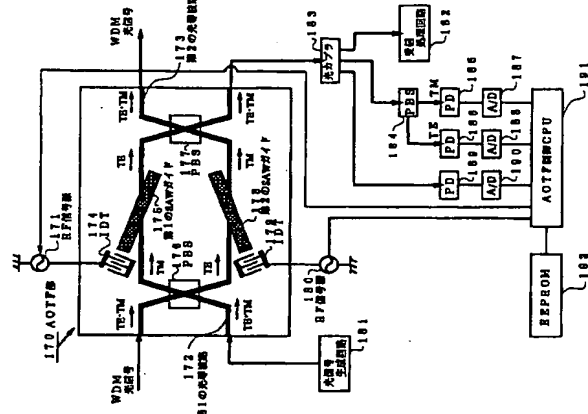
【図13】

第1の実施形態におけるOADM装置に関し
リジェクト部分の構成



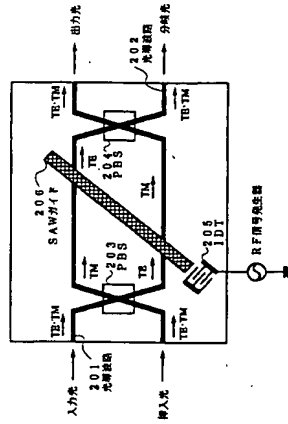
【図19】

第3の実施形態におけるOADM装置の構成



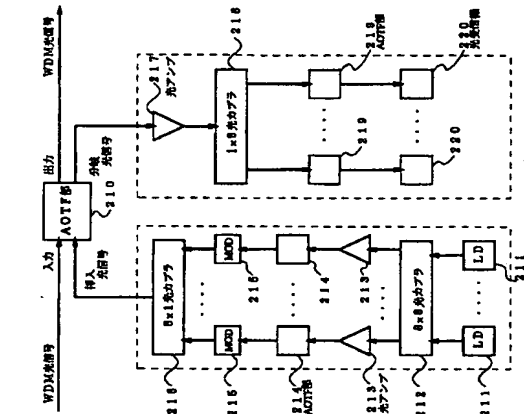
【図20】

従来のAOTFの構成



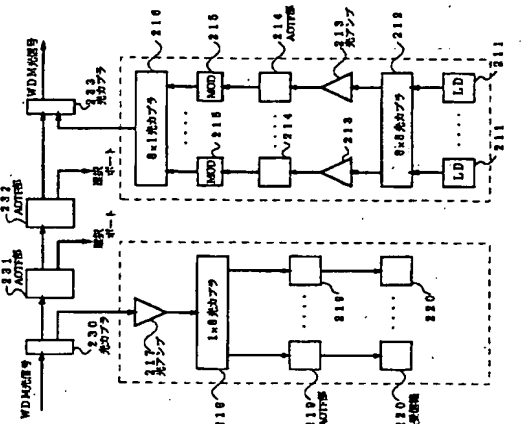
【図21】

AOTFを用いたOADM装置の構成



【図22】

AOTFを用いたOADM装置の構成



フロントページの続き

(72)発明者 藤澤 芳広
神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目3番9
号 富士通デジタル・テクノロジー株式会
社内

(72)発明者 久保寺 和昌
神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目3番9
号 富士通デジタル・テクノロジー株式会
社内

Fターム(参考) 2H079 A04 A12 B02 C07 E05
E03 F03 F04 H07 K06
5K002 B02 B04 B05 C05 C13
D02 E05 F01